المنظمة العربية للترجمة

جان ـ نيكولا تورنييه

الكائن الحي مفكَّكاً ترميزه

ترجمة

هالة صلاح الدين لولو

علي مولا

توزيع: مركز دراسات الوحدة العربية

الكائن الحي مفكّكاً ترميزه

أي مفهوم جديد يعطى للحياة؟

المنظمة العربية للترجمة

جان ـ نيكولا تورنييه

الكائن الحي مفكَّكاً ترميزه

أي مفهوم جديد يعطى للحياة؟

ترجمة

هالة صلاح الدين لولو

الفهرسة أثناء النشر - إعداد المنظمة العربية للترجمة
تورنييه، جان - نيكولا
الكائن الحي مفكّكاً ترميزه: أي مفهوم جديد يعطي للحياة؟/ جان - نيكولا تورنييه؛ ترجمة هالة صلاح الدين لولو.
352 ص. - (ثقافة علمية معاصرة)
بيبليوغرافيا: ص 335 - 344.
يشتمل على فهرس.
ISBN 978-9953-0-1433-3
1. الأحياء، علم. 2. الاستنساخ. أ. العنوان. ب. لولو، هالة صلاح الدين (مترجم). ج. السلسلة.
570

«الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبّر بالضرورة
عن اتجاهات تتبناها المنظمة العربية للترجمة»

Tournier, Jean - Nicolas
Le Vivant décodé: Quelle nouvelle définition donner à la vie?



المنظمة العربية للترجمة
بناية «بيت النهضة»، شارع البصرة، ص. ب: 5996 - 113
الحمراء - بيروت 2090 1103 - لبنان
هاتف: 753031 - 753024 (9611) / فاكس: 753032 (9611)
e-mail: info@aot.org.lb - http://www.aot.org.lb

توزيع: **مركز دراسات الوحدة العربية**
بناية «بيت النهضة»، شارع البصرة، ص. ب: 6001 - 113
الحمراء - بيروت 2407 2034 - لبنان
تلفون: 750084 - 750085 - 750086 (9611)
برقياً: «مرعربي» - بيروت / فاكس: 750088 (9611)
e-mail: info@caus.org.lb - Web Site: http://www.caus.org.lb

الطبعة الأولى: بيروت، حزيران (يونيو) 2009

إلى أمي، إحياءً لذكراها.

إلى أبي، إلى كلير ـ ليز وأولادي،

إلى عائلتي.

إنهم صلات وصل مرهفة تناغمت معها حياتي وأشرقت.

«إن المعرفة المنعزلة التي يحصل عليها فريق من الأخصائيين في حقل ضيق ليس لها في حد ذاتها أي قيمة من أي نوع، إنما قيمتها في التوليفة التي تضمُّها إلى باقي المعرفة وفقط في نطاق إسهامها الفعلي في تلك التوليفة في الإجابة على سؤال: «من نحن؟»».

إيروين شرودينجر

المحتويات

مقدمة 11

الفصل الأول : الحياة: تعريف جديد لأي منطق أحيائي؟ ... 23

لماذا تعريف للحياة؟ 23

الحياة: ثنائية البنية الخلوية/ الحالة الديناميكية للبنية 31

الفصل الثاني : مفهوم النظام الخلوي 37

المكوّنات الأساسية للنظام 39

الأنماط الخلوية المختلفة 47

الفصل الثالث : بعض مفاهيم الديناميكا الحرارية 61

مبادئ الديناميكا الحرارية الكلاسيكية: علم التوازن الحراري 63

مبادئ الديناميكا الحرارية اللاخطية: مفهوم الأنظمة التبديدية 71

الفصل الرابع : الكائن الحي، نموذج الأنظمة التبديدية 83

الحياة في الحالة الأحادية الخلية 88

أي حياة للفيروس؟ 91

الحياة الاجتماعية: متعددات الخلايا 96

الفصل الخامس : الزمن وسهمه: عنصر مؤسس للاتجاه في علم الأحياء 105

الفصل السادس : الزمن، البعد الرابع للكائن الحي: نظرية التطور أو تفاعل الزمن والكائن الحي 119

انقلابات تكوّن نظرية: من التطورية إلى النظرية التركيبية للتطور 123

بعض مظاهر التطور الحديثة: نظرية محطّ نظر ثانية؟ 145

من نظرية التطور إلى التطبيق 158

الفصل السابع : أصل الحياة: أي إشكالية للانبثاق؟ 173

انبثاق عن مصادفة سعيدة أم عن ضرورة فيزيائية «مسوّغة»؟ 176

انبثاق الحياة: ظاهرة وحيدة أم تنشّؤ على مراحل؟ 185

مصادفة أم ضرورة انبثاق التعقد: نموذج الحياة الجنسية 198

الفصل الثامن : هل تختزل الحياة بالتقانة؟ 219

الفصل التاسع : ملكية الكائن الحي: مفهوم جددته التقنيات الأحيائية 239

معركة القابلية لشهادة البراءة 239

فزّاعة الكائنات الحية المعدَّلة وراثياً (OGM) 246

الفصل العاشر : التقنيات الأحيائية والأخلاق: حدٌّ يزداد غموضاً 257

الاستنساخ المولّدي البشري: مأثرة من دوللي إلى إيف 258
المشاكل الأخلاقية 276
الاستنساخ المولّد: ما هي التبريرات؟ 276
التشييء أو مستقبل عالم المُطابِق ـ الشيء ... 281
المخاطر الأخلاقية لسوق جنين الأم الحاضنة 283
المخاطر المرتبطة بالمجازفات التقنية 284
الاستنساخ عبر منظار محاولتنا تعريف الكائن الحي 289
النقل النووي من أجل هدف علاجي: أي مستقبل في الطب البشري؟ 296
الخلايا الجذعية البشرية ذات الأصل الجنيني 302
خاتمة 321
الثبت التعريفي 325
ثبت المصطلحات 331
المراجع 335
الفهرس 345

مـقـدمـة

ما هي النظرة التي يمكن للإنسان أن ينظر بها إلى الحياة، في بداية القرن الحادي والعشرين هذه؟ يمكن أن يبدو السؤال مبتذلاً لكثرة تطورات علم الأحياء الحديث المعروضة بمؤازرة كبيرة من دعاية توسع وتشبع التفكير في مزايدة مستمرة. لكن، وفي مستهل الألفية الثالثة، لم يبد أبداً أن تأملاً شهيراً لجون لوك سيكون بمثل هذه الحداثة حيث يقول: «(. . .) ما من لفظ أكثر شيوعاً قط من لفظ الحياة، وقليل من الناس من لا يحسب أن من الإهانة سؤاله عما تعني تلك الكلمة. لكن، (. . .) من السهل رؤية أن فكرة واضحة، متميزة، ومحددة لا يرافقها دائماً استخدام كلمة معروفة قدر معرفة كلمة الحياة»[1]. وفي حين يبدو أن القرن الذي يرتسم هو قرن علوم التكنولوجيا البيولوجية، وأن النزاع المفتوح بين القوة الكاسحة لعلم

[إن الهوامش المشار إليها بأرقام تسلسلية هي من وضع المؤلف. أما المشار إليها بعلامة (*) فهي من وضع المترجمة].

(1) John Locke, *Essai philosophique concernant l'entendement humain* (Paris: Vrin, 2000).

(الطبعة الأصلية الإنجليزية عام 1960).

الأحياء وتقييدات علم الأخلاق قد أصبح مستعصياً، فإن مفهوم الحياة نفسه يبدو مستأصَلاً من مجال علم الأحياء. وكان فرانسوا جاكوب(2) ينادي: «لم تعد الحياة تفحص في المختبرات». إن ذلك التعجب يعرض حقيقة ساطعة: إن رجل العلم يعمل على مادة حية، لكن موضوع عمله ليس الحياة. تجتاح التقنية حقل عالم الأحياء، مستبقةً تفكيراً أكثر رحابة. وهي تسحق الفكر، وهو لم يعد يفلت منها إلا نادراً لمحاولة إدراك إحاطات وخصوصيات الموضوع الذي يتفحصه يومياً. ومن جهة أخرى، فإن هذا التطور بالغ الوضوح دلالياً، لأن الانزلاق قد تم من علم الأحياء باتجاه التكنولوجيا البيولوجية.

وتظهر أخيراً مسألة إشكالية جديدة، مرتبطة بتطور التقدم التكنولوجي المطّرد، الذي يسمح بتحكم يزداد كل يوم بالكائن الحي. وتنفتح يومياً إحتمالات غير مسبوقة، عارضةً آفاقاً مبهرة. وإن تلك الامكانيات يمكن أن تظهر أيضاً بشكل أكثر إقلاقاً. إنه ثمن التقدم بوجهه المزدوج، وبثنائيته، وازدواجيته الواخزة. لم يعد التقدم العلمي مرتبطاً آلياً بزيادة الرفاهية. وبناءً على ذلك، هل على التقدم أن يثير الإعجاب أم الارتياب؟ ومن جهة أخرى، كيف لا يكون المرء معجباً أمام المآثر التقنية والبراعة المتدفقة التي أثبتها علماء الأحياء لفكّ رموز الكائن الحي؟ إن التحكم بشكل أفضل بالكائن الحي، يعني أيضاً قدرة أكبر، وهو إذاً زيادة قدراته في مخالفة القوانين التي وضعتها الطبيعة. وفي هذه الحال، فإن المس بالحياة لا يكون من دون مخاطرة. والمخاطرة هي ثمن المعرفة.

لكن من جهة أخرى، فإن الرفض العقائدي لمغامرة التقدم هو أيضاً ضار فرضياً. لا يمكن للمعرفة أن تتقدم من اللاشيء. والتقدم لا

(2) François Jacob, *La Logique du vivant* (Paris: Gallimard, 1970).

يُفصل عن التجربة على الكائن الحي. وإن علم التشريح، وعلم الأحياء الخلوي، ثم الجزيئي هم أنسباء، مُهروا بالخاتم نفسه، وكل من تلك العلوم شكّل تقدماً للإنسانية في تحليل مفصّل لآليات الكائن الحي الكبرى. ووسط تلك الظروف، ما هي المخاطر التي يعرّضنا لها مستكشفو علم الأحياء؟ إنها كثيرة وغامضة. ومع ذلك، وبشكل موضوعي، فإن الأخطار تتعلق أكثر بغموض العلاقات التي يقيمها الإنسان مع الطبيعة أكثر من تعلقها بمخاطرة حقيقية ترتبط بالتقدم. وهكذا، فإن إدانة التقدم على الفور ومن دون تمييز تبدو أمراً فظاً بعض الشيء.

ويقدم لنا علم الوراثة الحديث مثالاً على أخطار خلط وسوء فهم بخصوص هذا العلم الذي يشنّع عليه البعض ويحترمه البعض الآخر. ومن دون أن يدري الإنسان، فإنه استخدم هذا العلم منذ آلاف السنين، وحقق «السيد جوردان» في علم الوراثة نجاحاً: آلاف الأنواع، والأجناس المستخدمة عادة في الزراعة (الذرة، القمح، نبات الكلزا، . . .) تتحدر من تهجين وجّهته يد الإنسان. وإن أفضل «صديق للإنسان» هو أيضاً أقدم حيوان في التجريب الوراثي. إن أجناس الكلاب المحيطة بنا والتي تبدو لنا أنها طبيعية تماماً، هي نتاج صرف من البراعة الإنسانية. لقد نتجت عن اصطفاء قام به الإنسان للمعايير الجسدية أو الجمالية البحتة والتي تم توسيعها لاحقاً إلى أن شكلت «سلالات نقية». وإن ذلك التلاعب، الذي هو ظاهرياً طبيعي جداً، ليس بشكل موضوعي أسوأ من التلاعبات الوراثية الرهيبة المعلن عنها في وسائل الإعلام. . . أو بالأحرى، إن الفجوة التي تفصل علم وراثة تربية الحيوان عن آخر التلاعبات الوراثية ليست كبيرة جداً. إن المبدأ لم يختلف، وإنما الأدوات وحدها قد تطورت.

في الواقع، إن أدوات التلاعب بالكائن الحي لم تعد تتعلق اليوم بأمر رجل التجربة وإنما بأمر التكنولوجي. أي إن الإنسان

يتصرف، ويشكّل، ويحوّل الكائن الحي عبر أدوات ومنهج عقلاني وليس بواسطة إجراءات التهجين والاصطفاء التجريبية السلفية. إن خط الإنتاج قد ازداد بكثرة وقد سمحت على الخصوص دقة وثبات التقنيات بالعمل على مستوى الجزيء الحيوي المنشأ، وبأبعاد جزء من بليون من المتر. وهكذا استخدم الإنسان معرفة الكائن الحي التي اكتسبها، مثل معرفته لشمولية الرمز الوراثي، من أجل تحويل مورثات بعض الأنواع إلى أنواع أخرى ولغايات صناعية أو صيدلانية.

لكن هناك فجوةً ذات دلالة تتضح تدريجياً بين الاحتمالات المتزايدة المرتبطة بالتقدم التقني وبعض الرسائل المسلّمة بفظاظة إلى الجمهور العريض. لقد ظهرت، بشكل غير محسوس، طرق جديدة تجاوز تطبيقها الفهم، أو بالأحرى شوش على رسالة علم أحياء عقلاني. وهكذا، فإن بعض المعلومات الجديدة ذات المعنى القلق تأتي من ميادين علم الأحياء المرتبطة بما يميز الكائن، مثل استكشاف المجين و«المجينية» الجديدة برمتها. إن المجين هو الهوية الخاصة بالكائن، وهو الذات الأشد حميمية، والإرث الأبوي الأجود المنقول إلى الأجيال القادمة. أي إن كل ما يمس المجين عن قرب أو عن بعد يفهم على أنه شديد الخطورة.

إن ذلك المجين يمكن اليوم التلاعب به بسهولة بالنسبة إلى البكتيريات، أو على نحو أهم بالنسبة إلى الكائنات الحية الحقيقية النواة، ومنها الإنسان. إن تفكيك وفك رموز مجمل الرسالة عبر تحديد تسلسل الجينات قد تم اليوم إنجازهما لدى أنواع نموذجية عديدة أو لفائدة صناعية: بكتيريات تزداد أكثر فأكثر، ووحيدات الخلايا (الخميرة، ومنذ فترة قصيرة، العامل المسبب للملاريا) وبعض الحيوانات المتعددة الخلايا مثل دودة صغيرة سميت بذكاء (Caenorhabitis elegans)، والإنسان، وذبابة شهيرة تدعى ذبابة

الخل، والبعوضة الناقلة لعدوى الملاريا وحتى حديثاً الفأرة، والجرذ والدجاجة! وقد تم صنع أول صبغيات لنبات (Arabidopsis thaliana)، كما تم إنجاز صبغيات الأرز، وسرعان ما تبع ذلك صبغيات نباتات أخرى ذات فائدة زراعية مثل القمح.

ذلك الاكتشاف تحدث عنه إعلامياً العلماء أنفسهم لأنهم كانوا بحاجة إلى تمويل كبير: وهكذا كان لابد لهم أن يعدوا بتغيير العالم فقط بمعرفة تحديد تسلسل الجينات. إن التوصل إلى معرفة المجين البشري قرن بوعود كثيرة جداً والمفهوم الوهمي للمورثة ـ الدواء هو أحد الأمثلة على ذلك. وهو أيضاً قد كشف على الأرجح عن امتعاض عميق ارتبط بالبحث عن معرفة كنه شبه إلهي: البحث عن رمز، عن سر، عن مبدأ ما يميز الإنسان. في هذه الملحمة، وللمرة الأولى في التاريخ، يستسلم العالِم بوضوح لاستيهام(*) الخالق. مع ذلك، وبتفحص موضوعي مع شيء من التمعن، فإن التوصل إلى المجين لم يف بتلك الوعود. حتى وإن تكن تلك المغامرة تمثل انتصاراً في ذاتها، فإنها لم تنجم إلا عن تطبيق على مستوى العملقة الصناعية للتقنيات المكتشفة منذ أكثر من خمس وعشرين سنة. إن كانت قراءة ذلك المجين لم ترافقها أي ثورة مفهومية حقيقية، ولا سقوط مباشر، فذلك لأن الانتصار هو صناعي أكثر منه علمي. لذلك، فإن الحروب الكلامية التي استحدثها تحديد تسلسل الجينات تلمس جميعها مشاكل الملكية الصناعية للسلسلة، الأمر الذي يبين تحرك الإشكال: لم يعد الأمر يتعلق بالسقوط الأخلاقي لتقدم جديد وإنما يتعلق بمشكلة تنافس صناعي. إن مجين أنواع عديدة، ومنها نوعنا البشري، قد حُلت رموزه، وفجرت، وفتّتت، وجُزّأت، وأعيد تركيبها، وصنّعت، وحتى أعيد تخصيصها.

(*) الاستيهام: تصور تخيلي شبه واع يعبر عادة عن رغبات خفية.

وإن المجين ـ الأداة للمعرفة ينزلق تدريجياً نحو المجين ـ الأداة للتنافس على السلطة والمال. لقد أصبح المجين منتجاً مالياً جرت حوله رهانات هائلة، لكنه في العمق هو انعكاس لمشاكل مجتمعاتنا أكثر مما هو انعكاس للمشاكل المرتبطة بتقدم علم الأحياء.

وفي آن واحد، تظهر تطبيقات عديدة لاستخدام المورثات في البيئة الراهنة للإنسان. فهنالك بكتيريات، ونباتات، وحيوانات حسنتها يد الإنسان. وإن معايير الانتقاء تم اختيارها شخصياً بحسب المنافع على المدى القصير: مقاومة أكبر، مردود أكثر، إنتاج بروتينات منتقاة ومنقّاة. لقد أصبح الكائن الحي قابلاً للاستثمار، ومصنعاً مجهرياً حقيقياً ذا مردود عال.

إلى جانب التقنيات الأولية للوراثة البكتيرية، والطرق الروتينية، بدأت تقنيات أخرى تطبيقاتها الصناعية والزراعية مثل التحويل الجيني(*) عند الثدييات أو النباتات. في هذه الحال، يطعِّم الإنسان بمورثة دخيلة، تدعى «المورثة المنقولة»، نباتاً (ذرة، صويا ويطلق عليه اسم «محوّل المورثات»(**) أو حيواناً (فأراً، أرنباً ويسمى «محوّل المورثات») وذلك النبات والحيوان يصبحان آنذاك أجساماً معدّلة وراثياً تُعرف برمز أوائلي هو: (OGM). وتهتم تلك التطبيقات الجديدة بشكل رئيسي بالنباتات، وهو الميدان الذي تتمتع فيه التطبيقات الزراعية الغذائية بإمكانية كبيرة بالمعنى الدقيق للتطور. لكن، هنالك أشياء مجهولة تستمر بالنسبة إلى ثبات التطعيم على المدى الطويل لدى المضيف وخاصة انتشار مورثات منقولة من

(*) التحويل الجيني: إدراج مورثات خارجية في كائن حي.

(**) محوّل المورثات: صفة كائن حي، نباتي أو حيواني، أخضع لعملية إدراج مورثات خارجية.

الكائنات الحية إلى أصناف أخرى وبالتالي فقدانها لسيطرة الإنسان. مع ذلك، فإن الاستثمار على الصعيد الزراعي ـ الصناعي لنباتات محوّلة المورثات قد استطاع الانطلاق في الولايات المتحدة وأوروبا.

لكن النقاشات حول فائدة وعدم ضرر الأجسام المعدلة وراثياً تجيش في جو عاطفي. لذلك، فإن أدنى تفاوت بين واقع تقدم العلم وإدراكه لدى الرأي العام يمكن أن يكون كارثياً. وأحياناً، ينجم تشوش الرسالة الإعلامية عن رعونة منتجي الأجسام المعدلة وراثياً. وهكذا فقد أطلقت شركات بذور كبرى على أحد إنتاجاتها من البذور اسماً ناعماً هو «المدمّر» (Terminator)، والذي ليس من شأن اسمه أن يطمئن المزارعين ولا المستهلكين. ترى هل تشكل علوم التكنولوجيا الحيوية «خطراً» على خير الإنسانية؟ على الأرجح أن الإنسان هو أخطر على نفسه من خطر العلم في ذاته. على أي حال، لا ينبغي التملص من المشاكل القادمة ولا تصغيرها. إنها ستنجم بالتأكيد حيثما تكون غير متوقعة، من تقنيات على الأرجح مذمومة بشكل أقل من الأجسام المعدلة وراثياً، لكن لها نتائج محتملة غير متحكم بها ولا مضبوطة.

ولا يمر شهر دون أن تذيع وسائل الإعلام أخباراً تنافس بعضها بعضاً في الغرابة، مثل ولادة فأر بدون أب، واستنساخ خلايا بشرية باستخدام الخلايا البويضية للأرانب أو الأبقار، ومحاولة استنساخ حيوانات أو أشخاص ميتين... وهكذا، فإن المشكلة الإعلامية الكبيرة المتعلقة باستنساخ الثدييات تتجاوز العقل البشري وتستنطق ضميرنا. ومن الواضح أن تلك التقنية تلامس مشكلة ترتبط بكنه الحياة نفسها ومكانتها، وبتخيل ما هو أعمق: البحث عن الخلود. أي معنى بيولوجي أو أخلاقي يعطى لتوالد لا جنسي لدى

الإنسان؟ أو أيضاً، أي معنى يعطى لباب مشرّع على خلود يقدمه لنا منظور الاستنساخ البشري؟ وأخيراً، أي نتائج ستنجم عن ذلك للبشرية ولثراء إرثها الوراثي المرتبط بنجاح التوالد الشقّي(*)؟

لقد ازدادت أكثر فأكثر صعوبة التفريق بين ما تتيحه المعرفة، وما هو ممكن أخلاقياً وبين ما هو محرّم بشكل واضح. وتأتي صعوبة إضافية من استحالة التكهن بما سيتيحه العلم مستقبلاً. لقد اقترح مؤخراً أحد كتاب افتتاحيات مجلة علمية بحثاً تكون فيه الأصول الأخلاقية غير مقيّدة عمداً، ما عدا ما يخص الأبحاث التي تعرّض حياة الإنسان للخطر(3). وهكذا فإن حدود العلم تلامس كثيراً حدود تعريف الكائن الحي، بما أن الحد الوحيد المرسوم في الاستكشاف في علم الأحياء يحدده الإضرار ذو الاتجاه الواحد الذي يصيب حياة الإنسان. لكن من ذاك الذي يحميه ذلك المبدأ؟ أي معنى يعطى لكلمة الحياة؟ هل الجنين «حي» منذ الحمل به؟ هل يمكن تشييء الكائن المطابق، الذات الأخرى، من أجل تلبية حاجة بسيطة إلى خلايا جذعية لشخص تكون حياته بحد ذاتها معرضة للخطر؟ إن تلك الأسئلة الجديدة ما هي إلا صيغة حديثة لأسئلة دائمة التدفق.

إن علم الأحياء لا يمكنه التحول عن التفكير الأخلاقي بمعنى كلمة يبدو أنه ينكر وجودها بشدة، لكنها تلاحقه باستمرار، ألا وهي كلمة الحياة. إن الحياة هي فعلاً ظل علم الأحياء. ويعرّف علم الأحياء بمدوّنة المعارف التي استطاع الإنسان استخلاصها في ميدان دراسة الكائن الحي. ويمثل علم الأحياء، بمحصلة المعارف، الوجه

(*) شقّي: كل ما هو ذو شق يمكنه من التناسل.

(3) Marc Peschanski, «Iconoclastes au service de la science,» *Médecine sciences*, vol. 17, no. 12 (décembre 2001).

المتنور لهدف حي، في حين أن الحياة ما هي إلا رؤية مخططة، وجه قاتم، ظل علم الأحياء. وحدود الحياة تصوغها بالتالي إسقاطات هندسية لحالة المعرفة في لحظة معينة. إن الحياة هدف غير محدد، متقلب في الزمن مثل ظل الساعة الشمسية، يأخذ أشكالاً مختلفة بحسب التاريخ. وعلم الأحياء، مثل الأيدي التي تستطيع أن تحرك مسرحاً بظلال صينية، وكما الظلال تنشّط كهف أفلاطون، فإن علم الأحياء يدع صور الحياة تظهر.

وسط هذا الطوفان من المعلومات المقوّضة للاستقرار، كيف يتكوّن تفكير إنسان مستقيم عن معنى الحياة؟ إن تلك الأسئلة لا يمكن أن تبقى دون إجابة لفترة طويلة جداً. وإن خواء التفكير المتعلق بالأصول الأخلاقية لعلم الأحياء الحديث يترك للتقنية السيادة على الميدان. والآلة التقنية التي تدفعها المصالح الاقتصادية، يمكن آنذاك أن تنفلت، فالإنسان لم يعد يضبط ما كان يتوجب أن يبقى مقتصراً على حالة الأداة. لكن الانحراف خطر، لأن نتائج فقدان سيطرة كتلك، ليست بأمر تافه. في أغلب الأحيان، يرفض علماء الأحياء الاشتراك في النقاش ويحتمون بدورهم كـ «تقنيي التقدم العلمي». هذا الانحراف من نوع عملية أعم لتفرّق وتجزّؤ معارف ازدادت دقتها أكثر فأكثر، وبقيت كذلك محصورة أكثر. ويبدو عمل العالم آنذاك مقتصراً على أن يضع تحت تصرف المجتمع المعارف والوسائل الجديدة. إن مثل هذا المفهوم هو مفهوم خطر، وقد استهزأ بفكره الثاقب رينيه توم عندما قال: «في علم الأحياء، من الممكن أن يكون التفكير ضرورياً». إن مسؤولية العالم لا تنحصر بتقنية واحدة، وإنما تضم مجمل ميادين البحث بما فيها ميدان الأخلاق. وإن علاقات الأخلاق العاصفة مع العلم قديمة. وهكذا، فإن عناء ألكسي كاريل المتوّج بجائزة نوبل للطب كان بمثابة عربون لبعض

الجرائم التي ارتكبتها إحدى أسوأ بربريات القرن العشرين[4]. كل عالم أحياء، لا يستطيع التبرأ بكل بساطة، من مسؤولية نتائج أعماله... إن أوائل الناس الذين زعزعوا الجنس البشري في زمن التوالد عبر الاستنساخ ليس بمقدورهم أن يمنعوا أنفسهم من التفكير، طالما أن التحذيرات كانت عديدة. إن التاريخ سيحاكمهم في وقته الملائم، مدخلاً إياهم، «بانتيون»[*] المحسنين، ملقياً إياهم في زنزانات الوضاعة، أو واصماً إياهم إلى الأبد بوصمة العار.

إن التحليل الذي ندعوكم إليه لا يقتصر على ميدان علم. لقد بيّنت التجربة أن الكائن الحي لايمكن أن يفهم، نظراً إلى تعقيده، إلا ضمن رؤية متكاملة. وهكذا فإن غرضاً بسيطاً مثل قطعة نقود لا يمكن ملاحظة وجهيها في وقت واحد. إن معرفة قطعة النقود لا يمكن أن تحدث إلا بضم الوجه الملاحظ إلى المعطيات المختزنة في الذاكرة والمتعلقة بالوجه المخفي. وإن تكامل نقاط الرؤية هو بالتالي أفضل طريقة لمعرفة غرض ما بسيط. وفي ميدان الفنون، حاول الفنانون التكعيبيون رسم وجوه عديدة لغرض ما من دون رسم منظور على اللوحة. لكن فهم تلك الأعمال صعب للوهلة الأولى بالنسبة إلى عين قليلة الخبرة. وإن وجوه النساء التي رسمها بابلو بيكاسو يمكن أن تظل طويلاً غريبة بالنسبة لهاو ما لم يتم تفسيرها له بوضوح. إن تلك الوجوه المشوهة عسيرة على الفهم، لأنها لا تتطابق مع أي محسوس واقعي. بيد أن ملاحظة تلك الرسوم يمكن أن تقدم متعة مبهجة، عبر أهمية المعلومات، وغنى الصور المتراكبة بحذق على اللوحة نفسها.

---

(4) Alexis Carrel, *L'Homme, cet inconnu*, préf. du Prof. Robert Soupault ([Paris]: Plon, 1997).

(الطبعة الأصلية عام 1935).

(*) بانتيون: مجمع الأرباب عند القدماء.

إني ومن دون أن أطمح إلى مقارنة نفسي بالتكعيبيين، ولا إلى مضاهاة مواهبهم، أسعى إلى تبني تلك العقلية محاولاً الدنو من الحياة عبر أوسع رؤية تكاملية ممكنة. إن كل وجه لهذا الموضوع المغلق ستضيئه كشافات نور عديدة. لهذا، فإن طريقتي في الفهم، ودون إدعاء الطموح في أن تكون طريقة عالم الأحياء في الفهم، ولا طريقة عالم الكيمياء الحيوية وأدنى أيضاً من طريقة عالم الفيزياء، ستكون بالأحرى على الهامش، على الحد الفاصل لميادين العلوم الثلاث تلك المتداخلة تداخلاً عميقاً. وسأنتقل تدريجياً من ميدان إلى آخر لأبيّن كيف يضيء كل ميدان وجوهاً مختلفة ويعطي تميزاً لعالم الحياة الذي يحيط بنا. إن كل نمط من أنماط التفكير تلك ينفذ إلى مشاكل الكائن الحي من زاوية متقابلة لكنها متكاملة، متيحاً إحاطة أفضل بشكل ذلك الموضوع المثير للفضول والبعيد الغور الذي هو الحياة. ومن الخاصيات الفيزيائية للمادة تنتج المبادئ الموجّهة لبنية العالم الحي الكبيرة الجزيئة. ويعني فهم منطق تكوين علم الأحياء دمج تمفصل تلك الخاصيات في نموذج متناغم. وذلك النهج يسمح بالتكهن بطريقة حدسية، بمنطق الكائن الحي لتفسير فرانسوا جاكوب. وهذه التجربة تحاول التعريف في إطار المعنى نفسه، وهو أسس الحياة. إن تعريف الحياة يعني فهم منطق ـ أحيائي حقيقي. ويؤكد ذلك التعبير المستحدث على الازدواجية العميقة لكلمة علم الأحياء، مصطلح شبيه اشتقه لامارك من جذور يونانية: (bios) ($\beta\iota o\sigma$) تعني أسلوب الحياة و(logos) ($\lambda o\gamma o\sigma$) وتعني ما له صلة بالعقل. إذاً إن علم الأحياء هو علم كان موضوعه الأصلي استكشاف منطق الحياة. وإن الكلمة المشتقة في بداية القرن التاسع عشر قد ابتعدت بالتالي كثيراً عن أصلها الاشتقاقي. إن علم الحياة، العلم العام للكائنات الحية، هو في خضم توسعه وموضوع دراسته واسع جداً، لكنه أصبح عاجزاً عن إعطاء معنى منطقي لكلمة الحياة. وانطلاقاً من التعريف الذي أقترح بالنسبة إلى

الكائن الحي، فنحن سنضع تعريفاً جديداً ونقابله مع المعطيات والمشاكل التي دفعت إليها العلوم التكنو ـ حيوية. في الوقت الحاضر، أفضت كثير من التفسيرات الخاطئة إلى أن تفرض على علم الأحياء مفهوماً تقنياً صرفاً. والكائن الحي حينئذ قد حول إلى شيء ليصبح موضوع تلاعب تقني. ومن علم الأحياء، يحدث انزلاق خفي نحو التكنولوجيا الحيوية. والحالة تلك، فإن ذلك الانزلاق المصطلحي يُظهر أمراً واقعاً. وإن تفكيك مصطلح علم الأحياء للعثور أخيراً على أصله الاشتقاقي، وهو فهم الحياة، يسمح بتقدير إلى أي مدى ضل طريق معرفة الحياة. إن علماء الأحياء المعاصرين، الذين انطلقوا باحثين عن منطق الحياة (علّة الأصول) قد توقفوا في الطريق، ممدوحين، فرحين بمتعة نرجسية، مأخوذين على نحو لا يرد بالتكنولوجيا الآتية من الكائن الحي، مرآة تحيلهم إلى قوتهم وإلى خطاب عقيم. «أيتها المرآة، قولي لي إني الأقوى...، وما من إنسان قبلي استطاع فعل ما أستطيعه. أجل، أيها التكنولوجي الحيوي، ما من إنسان قبلك مطلقاً اعتدى بمثل ما اعتديت به على قوانين أسراري». وفي نهاية المطاف، بدّد وبخّر نرجسي التكنولوجيا الأسباب الأولى التي دفعت الإنسان إلى التجربة ألا وهي: سبب الفهم ـ بالمعنى النبيل لقوانين الحياة ـ أو ربما سبب فهم «روح القوانين». إن الأمر لا يتعلق بتكريس العلوم التكنولوجية إلى نار جهنم، ولا بطلب أو فرض توقيف بحوث وتقدم العلم. لا، إنما الأمر يتعلق بالأحرى بمحاولة استباق المشاكل عبر تفكير متروّ أشد عمقاً وأوسع حول معنى كلمة الحياة من أجل مرافقة أنجع للمفاجآت التي تكشف عنها الطبيعة بحياء وبصعوبة. هذا التفكير المتروي ربما سيوفر ملاحظة أفضل لحدود إغراء تخليق الإنسان وتجنب اعتداء التقنيات السيئة الاستخدام على الحياة البشرية، حدود هي في العادة وحدها المعترف بها لاستخدام معرفة ما.

الفصل الأول

الحياة: تعريف جديد لأي منطق أحيائي؟

لماذا تعريف للحياة؟

هل من الملائم حقاً السعي إلى تعريف الحياة؟ هذا السؤال بعيد عن نيل الإجماع عليه. ذلك السؤال الذي هو عبث بالنسبة إلى البعض، وحماقة بالنسبة إلى البعض الآخر، هو خارج عن الموضوع بالنسبة إلى كثيرين غالبيتهم من علماء الأحياء. إن الحياة والكائن الحي ظلاّ على الدوام فيما يشبه سحابة ضباب، وغموض مبهم، حالا دون تميزهما الواضح. هل عن كسل فكري، أو عن إرادة واعية تترك الساحة خالية لما وراء الطبيعة أو للعلم الروحاني؟ إن الإجابة غير واضحة. والكائن الحي مستبعد منذ البداية، بسبب تعقيده المفرط في أهميته، عن حقل التجريب. وهو لم توحّد أجزاؤه مجدداً عقب عملية تحوي تقسيم معارف أكثر مما تحوي تجزيء مراكز الاهتمام.

لقد كان هنالك رجل فريد حاول تعريفَ الحياة. لم يكن ذلك الرجل من سراي السلطان، ولا عالم أحياء، ولا كيميائياً، ولا عالم طبيعة، ولا عالم وراثة، ولا عالماً فيزيولوجياً: ما من شيء قد هيّأه ليتكلم عن هذا الموضوع. إنه إيروين شرودينجر عالم فيزياء

وحسب، ومؤسس علم الميكانيك الكمي في بداية القرن وقد كوفئ بنيله عام 1933 جائزة نوبل للفيزياء. وقد نشر عام 1944، إبّان الحرب، كتيّباً صغيراً بعنوان «ما هي الحياة»[1]؟. ذلك النص الرائد سمح بإقصاء الجنيّ الحيوي لعلوم الحياة، دون أن يقدم توليفة، وذلك لنقص معارف ذلك الزمن في علم الأحياء والتي كانت أكثر من بدائية.

لكن وعلى الرغم من التطور المذهل للمعارف في ميدان الكائن الحي، إلا أن الحياة ما زالت تضن علينا بتعريفها. نحن نلاحظ ذلك في مجالات عديدة تلامس أكثر فأكثر حياتنا اليومية. والتساؤلات حول تعريف ومعنى الحياة تفرض نفسها أكثر فأكثر. واليوم، لا يمر شهر واحد دون أن يعلن عن اكتشافات تبعث على الدهشة لحدود الكائن الحي: تجديد نشاط الأنواع المختفية، واستنساخ الثدييات، والتلاعب بالخلايا الجذعية، والمعالجة الجينية، وخلق أشكال جديدة للحياة من العدم. وجميعها ليس لها التناول نفسه، ولا النتائج نفسها، لكن في كل منها يرن تساؤل عميق حول التفاعل بين الأدوات التي يصطنعها الإنسان يوماً إثر يوم وأخلاقية استخدامها في الحياة اليومية. وما من حاجة إلى الالتفات بعيداً نحو ماضينا من أجل فهم إلى أي حد تلك الأسئلة أساسية. لقد عانى القرن العشرون مع علم النسالة[*] و«الليسنكية» (مذهب عالم الأحياء ليسنكو) من شكلي استخدام المعارف الأحيائية من قبل نظامين شموليين.

إن إعطاء تفسير قطعي لمفهوم حدسي ليس بالأمر السهل. هل للحياة تعريف آخر سوى تعريف فوق الطبيعي؟ إن الأمر يتعلق هنا

(1) Erwin Schrödinger, *Qu'est-ce que la vie*? (Paris: Seuil, 1986).

(الطبعة الأصلية الفرنسية عام 1967).

(*) نسالة: علم تحسين النسل.

بقناعة حميمية، ولأجل ذلك سنحاول تبيان أن الحياة يمكن أن تدرك جيداً في ميدان العلم الحديث عبر نموذج منطقي. هناك عدد من المحاولات لتفسير الحياة تزين تاريخ علم الأحياء، ويكفي للاقتناع بذلك، أن نقرأ الكتاب الضخم لأندريه بيشو[2] بعنوان **تاريخ مفهوم الحياة**. بالنسبة إلى البعض، فإن منطق الحياة يقع خارج العلم لأنه وراء نطاق عالم الجزيئيات. وكان كلود برنارد قد دحض كل مدخل لمفهوم الحياة في ميدان العلوم قائلاً: «يكفي أن نتفق حول كلمة الحياة من أجل استخدامها، لكن يجب أن نعلم بشكل خاص أنه لأمر موهم وخيالي، وذلك بخلاف روح العلم نفسها، أن نبحث عن تعريف مطلق لتلك الكلمة»[3]. والأقرب إلينا، تصور جازم يختصر في عنوان كتاب قديم لإرنست كاهان، لكنه في المفاهيم المنحوتة في المانوية: **الحياة غير موجودة!**[4]. «إن المذهب المادي المعبّر عنه بشكل ذلك العنوان المستفز يوضح فكرته تاريخياً بالرغبة في إدخال علم أحياء النصف الثاني من القرن العشرين في أغلال الماركسية. وإن علم الأحياء آنذاك، وخاصة علم الوراثة، كانا في حالة صراع مرير ناجم عن المواجهة بين النظامين الكبيرين في ذلك الزمن: الرأسمالية والماركسية.

وكان هنالك في الجانب السوفياتي، رجل أيديولوجي يهذي في لبوس علمي بصفته مهندساً زراعياً يدعى تروفيم ليسنكو، كان وقد سرّته عطايا ستالين، يأمر بنفي أو بإقصاء علماء أحياء سوفييت

(2) André Pichot, *Histoire de la notion de vie* (Paris: Gallimard, 1993).

(3) Claude Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux,* bibliothèque de textes scientifiques (Paris: J. Vrin, 1966). (الطبعة الأصلية عام 1878).

(4) Ernest Kahane, *La Vie n'existe pas* (Paris: Editions rationalistes, 1962).

معارضين له، وكان ينتقد «علم الوراثة البورجوازي» ويحاول أن يثبت أن علم الأحياء هو «علم ماركسي». كان يطمح إلى «تربية» النباتات على غرار ما تستطيع التربية الماركسية استحداثه في الإنسان الجديد. وكانت العاقبة تدهور الهندسة الزراعية السوفياتية، أمر كارثي بالنسبة إلى الزراعة والاقتصاد. وفي الغرب، كان العلم أيضاً موضوع نقد يقظ بل وحتى موضوع صراع أفكار مذهبية بين المادية الماركسية وبين علم ينتمي ممثلوه المسيطرون إلى المجتمع الرأسمالي (دون أن يكون أولئك بالضرورة متملقون له). كانت التداخلات بين علم الأحياء والعقائد السياسية آنذاك بالغة الوفرة وقوية للغاية، قبل أن تتلاشى تلك مع الزمن حينما انهارت الخصومات الكبيرة الاقتصادية ـ السياسية مع نهاية النظام السوفياتي.

ومع ذلك ظل عدد من علماء الأحياء المعاصرين متطرفين، لكن لأسباب مختلفة تماماً، فالحياة بالنسبة إلى هنري أتلان ليست مفهوماً فاعلاً. إن منطق الكائن الحي يضمحل في ركام من القوانين الجزيئية إذ يقول: «إن الخلافات تتعلق اليوم بالمعنى الجديد، أو بغياب المعنى، الذي يناله اليوم مفهوم الحياة. (...) إن المسعى الذي أقترحه يقتصر على غرز مسمار. وعلى الاعتراف بأن الحياة لا توجد باعتبارها موضوع استقصاء علمي، بما أن آلياته تقتصر على تفاعلات كيماوية»[5].

أما بالنسبة إلى إرنست ماير فإن محاولة اختزال الكائن الحي

---

(5) Henri Atlan, *La Fin du tout génétique?: Vers De Nouveaux paradigmes en biologie: une conférence-débat*, organisée par le groupe sciences en questions, Paris, INRA, 28 mai 1998, sciences en questions, ISSN 1269-8490 (Paris: Institut national de la recherche agronomique, 1999).

بقوانين فيزيائية هو أمر باطل: «(. . .) إن المسعى التحليلي الهادف إلى فهم الأنظمة هو نهج ذو فائدة كبيرة، لكن (. . .) محاولات «اختزال» الظواهر أو المفاهيم الأحيائية بقوانين الفيزياء نادراً أو بالأحرى لم تؤدي أبداً إلى شيء من التقدم اللهم إلا التقدم في المعارف. إن الاختزالية(*)، في هذا المعنى، في أفضل الأحوال مقاربة جوفاء، وبتأكيد أكبر هي مضللة وعقيمة»[6]. بالنسبة إلى جميع علماء الأحياء جميعاً، فإن الحياة ليست مفهوماً يكون تناوله تجريبياً أمراً ممكناً، إنها ليست إذاً مفهوماً يمكن فحصه بأدوات علمية، ويوجد بفعل الواقع خارج ميدان العلم. وإن موضوع دراسة علم الأحياء قد لا يتناوله بالتالي أي تعريف. إن هذه الحقيقة تثير التعجب.

وهكذا يتساءل جيرار أمزالاغ مندهشاً: «هل تستبعد الحياة في تجلياتها الأشد خصوصية، من ميدان العلمية؟ لنا الحق في أن نظن ذلك لأنه لا يوجد إلى اليوم أي تعريف علمي للحياة (. . .). إن الأمر يتعلق هنا بحالة هي بالأحرى تثير الدهشة. في الواقع، إن علم الأحياء بوسعه بصعوبة أن يطمح إلى علمية منسوخة عن نموذج علم الفيزياء التقليدي حتى قبل أن يحصل على تعريف موضوع تقصّيه»[7]. إن الانتقادات هي إذاً كثيرة، ومع ذلك فنحن مقتنعون بأن الحياة ليست مسألة غريبة عن العلم. إن المجموعة الأولى من الحجج تأتي من جماعة العلماء مع تجدد حديث لاهتمام عدد من الفيزيائيين

(*) الاختزالية: نزعة فلسفية علومية تؤول إلى اختزال نطاق علمي مركب لصالح نطاق منطقي أساسي.

(6) Ernst Mayr, *Histoire de la biologie: Diversité, évolution et hérédité*, le temps des sciences, trad. de l'anglais, Etats-Unis et postf. de Marcel Blanc ([Paris]: Fayard, 1989).

(7) Gérard Nissim Amzallag, *La Raison malmenée: De L'origine des idées reçues en biologie moderne*, préface d'André Pichot (Paris: CNRS éditions, 2002).

الفلكيين بأبحاث الآثار البعيدة للحياة في الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية، أو بأبحاث الكواكب الخارجية حول نجوم بعيدة جداً. وإن نجاحات ذلك الميدان العلمي يطرح مسألة جديدة (التي ما هي إلا إعادة صياغة لسؤال قديم). إن البحث عن الحياة في مكان آخر يعود إلى طرح السؤال الرئيس: ما هي الحياة؟ وعمّ تبحث الروبوتات التي يسيّرها الإنسان على سطح المريخ؟ والإجابة بديهية: عن آثار الحياة. لكن، ما الذي يمكن أن يعتبره الفيزيائيون الفلكيون نجاحاً في اكتشاف الحياة عبر أوامر يعطونها لأدواتهم عن بعد؟ لقد التفت علماء الفيزياء حينذاك إلى زملائهم علماء الأحياء الذين قد يثير خواء تفكيرهم في هذا الميدان الدهشة فعلاً.

وهكذا، فإن تجدد اهتمام بعض علماء الأحياء بتلك المسألة المحتقرة طويلاً لأنها على نحو مفرط أدبية، وميتافيزيقية، ومرتبطة بمخاطر تفكير معقد، قد جاء إذاً من العلوم «المتشددة». إن الفيزياء قد ألقت البذار إذاً في حقل معرفة جديد كل الجدة، مواز لعلم الأحياء. وكما يحدث غالباً، فإن الذئب المطرود من النافذة يعود من الباب، لكن هنا لا يقصد باب خدمة وإنما باب تشريف. وفي نهاية المطاف، بدأ علماء أحياء يدفعهم علماء الفيزياء بمغامرة عرض بعض تعريفات الحياة في مجلات علمية مرموقة[8].

ويرتبط النمط الثاني من الحجج بالعلاقات التي يتعهدها العلم مع المجتمع المعاصر. في الواقع، لم يعد من المحتمل ملاحظة أن

---

(8) D. E. McKay, «What is Life-and How do we Search for it in other Worlds?» *Public Library of Sciences Biology*, vol. 2, e302 (2004), and Daniel E. Koshland, «The Seven Pillars of Life,» *Sciences*, vol. 295, no. 5563 (2002), pp. 2215-2216.

مشاكل الأخلاقيات الأحيائية المعاصرة تحيل جميعاً إلى الحياة، في حين يصرح العلماء جازمين بأن الحياة غير موجودة. إن العلم من حيث هو بنية اجتماعية في النشاط والهدف المنغلقين على مشاكل المجتمع يولد شرخاً عميقاً بين المواطنين والعلماء. وتلك العزلة لا يسعها إلا تشجيع مظاهر السلوك غير العقلاني والأحكام المسبقة المعادية للعلماء والمتسرعة والعمياء، بل وحتى تشجيع أعمال عنيفة مثل اقتلاع فدائيين تصاحبهم وسائل الإعلام لزروع تجريبية جرى تحويل مورثاتها.

لقد أصبح إذاً من واجب المواطن محاولة توضيح كيفية فهم العلم لمعنى كلمة الحياة، للتمكن من الإجابة بكل بصيرة على أسئلة أخرى أوسع تمس علم الوراثة، والأجسام المعدلة وراثياً، والخلايا الجذعية، والاستنساخ، وأيضاً نهاية الحياة. إن الحياة ينبغي إذاً أن تكون مفهوماً يمكن وصفه «بالعلم»، بمصطلحات خاصة بهذا الحقل من المعرفة. ووجهة النظر تلك ليست منعزلة. لقد وضع ميشال مورانج في كتاب صدر بمناسبة مرور خمسين عاماً على اكتشاف بنية الحمض البروتيني المورّث (ADN) عنواناً هو: هل تم تفسير الحياة؟[9]. لقد حاول آنذاك التقريب بين مفاهيم علم الأحياء ومفاهيم الموروث الفلسفي. ويتساءل عن رفض أكثرية علماء الأحياء التطرق لمسألة الحياة، فيقول متأسفاً: «إن مثل ذلك الغياب الجلي لفضول غالبية علماء الأحياء (...) هو علامة افتقار فكري لدى الوسط العلمي، وضار بإبداعهم. وهذا الغياب يعني انفصاماً بين المعرفة العلمية والثقافة». ودون أن أرغب في إبداء

(9) Michel Morange, *La Vie expliquée: 50 ans après la double hélice* (Paris: O. Jacob, 2003).

الرأي حول رغبة مجتمع العلماء في لمّ شعث المشاكل الفلسفية التي يطرحها تقدم المعرفة، فإني أريد طرح المشكلة بعبارات قريبة من عبارات ميشال مورانج. إني أتطلع إلى إعطاء تعريف للحياة يكون له معنى في ميدان العلم، وأن أقيّم في مابعد جدارته في ميدان الأخلاق. إن الحياة هي مفهوم «الحد الفاصل» وسط العلم، وفي نقطة التقاطع بين ميداني علم الفيزياء وعلم الأحياء. في الواقع، إن الكائن الحي باعتباره موضوع دراسة علم الأحياء، لا يفلت من حقل آخر لفيزياء تبادلات الطاقة الذي هو الديناميكية الحرارية. وهذا النموذج يستعيد إذاً مفاهيم بسيطة في علم الحياة والفيزياء الديناميكية الحرارية والتي سنعود إليها لاحقاً. إن ذلك التصور الأصيل والحديث للحياة تحدده تماماً القوانين الفيزيائية البسيطة والشاملة. إنه يستأصل نهائياً كل محاولة حيوية ويسمح فضلاً عن ذلك بفهم بعض خاصيات الحياة وكذلك بإدراك انبثاقها.

إن التناول المقترح ليس تجريبياً بمعنى علم الأحياء التقليدي الناتج عن تحليل تجربة مطبّقة على الكائن الحي. بهذا المعنى، إنه يختلف تماماً عن المفهوم التقليدي لعلم الأحياء والتكنولوجيا الأحيائية. إن الأمر لا يتعلق بنتائج تجريبية، ولا باكتشاف آليات جديدة. وإنما سيتعلق، بالنسبة إلى البعض، بعائق مبطل، ونحن هنا نقبل بالنقد على الفور وبسهولة. في الواقع، إن تعريف الحياة لا غنى عنه من أجل تألق كامل لوجهها المكمل وهو علم الأحياء. إن علم الأحياء المعاصر: «كان تحليلياً بشكل رئيسي، إن لم يكن بشكل حصري»، على حد قول فرانسوا جاكوب. لقد اخترت عن تروّ طريقة مكملة توليفية. إن الأمر لا يتعلق إذاً باكتشاف مادي لمكوّن جزيئي للكائن الحي وإنما بتواضع أكبر، يتعلق بمحاولة دمج آليات أحيائية أساسية في إطار تصوري أوسع. إن الهدف الأخير هو إعطاء الحياة

إطاراً، تعريفاً، تستطيع أن تتعارف فيه في آن واحد قوانين علم الأحياء والفيزياء، وبخاصة أحد التطورات الحديثة للفيزياء الديناميكية الحرارية.

الحياة: ثنائية البنية الخلوية/ الحالة الديناميكية للبنية

إن الحياة لا تعرّف بالحالة، لقد ذكرنا ذلك سابقاً. إن نموذج الكائن الحي المقترح يقود إلى تعريف جديد. إن الحياة تفهم ككينونة ثنائية: نظام أحيائي وحالته الديناميكية الأحيائية.

إن الحياة هي إذاً ثنائية! أي هي في آن واحد نظام، بالمعنى الفيزيائي الكيميائي، ينبغي أن يقدم بعض الصفات البنيوية الدقيقة وتميّز حالته الديناميكية الحيوية ينبغي أن تنفذ شروطاً أخرى ليست أقل دقة. وفي ما يتعلق بالنظام، فالمقصود هو بُنية مقولبة تمثلها الخلية المشكّلة لأساس كل الأنظمة الأحيائية الحية. وفيما يتعلق بالحالة الديناميكية الحيوية، فإن النظام الخلوي ينبغي أن يكون مفتوحاً ومحفوظاً ذاتياً خارج التوازن الديناميكي الحيوي. بعبارة أخرى، يتعلق الأمر ديناميكياً حرارياً بنظام تبديد للطاقة حسب التعبير الشهير الذي اصطنعه بريغوجين.

إن تلك الثنائية ليست افتراضية، إنها في أساس النموذج. إن الحياة هي في آن واحد طرفي معادلة الكائن الحي تلك: خلية وحالة تبديدية محفوظة ذاتياً في النظام الخلوي.

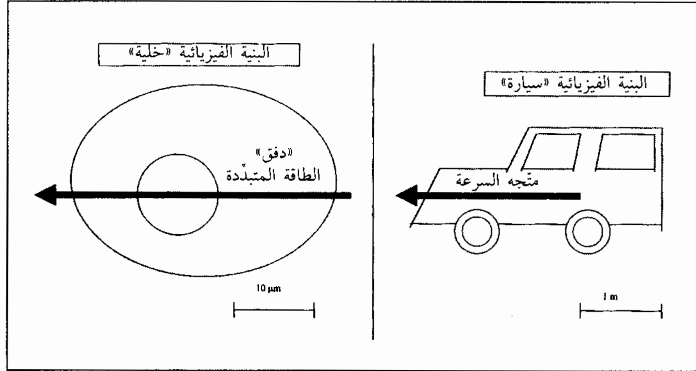
في الواقع، من دون الخلية، ليس لمفهوم الحياة معنى، بما أن الأنظمة التبديدية للطاقة ليست وقفاً على علم الأحياء، بل على العكس من ذلك. يوجد عدد كبير من نماذج الأنظمة التبديدية للطاقة من الأكثر بساطة إلى الأكثر تعقيداً. ومن جهة أخرى، فإن الخلية

على الرغم من أنها فيزيائياً قابلة للإسقاط، فإنها غير كافية، بما أن تلك الخلية يمكن الاحتفاظ بها لفترة طويلة بعد توقف كل تبادل ديناميكي حراري (بعد الموت). إن علماء الجروح يحددون ويفحصون الخلايا بعد موتها بفترة طويلة. من الممكن الاحتفاظ بالخلايا الميتة، لسنين عديدة. وهكذا فإن وجهي التعريف غير قابلين للانفصال: بدون الخلية، لا تعد هناك حياة إلا بدون الإبقاء على تلك الحياة في حالة تبديدية للطاقة. لهذا، فإن طرفي النموذج ليسا كينونتين مستقلتين. إن هذين العنصرين هما حتى ممتزجين امتزاجاً عميقاً. على سبيل المثال، إن الكمال الفيزيائي للخلية ضروري للحفاظ على قدرتها على ضبط أيضها(*)، وبالتالي فإن حالتها الديناميكية الفيزيائية خارج التوازن.

هذا المفهوم الأصلي ليس فيه شيء من الحشو الزائد. وسنوضح الآن نموذجنا بمثال هو بالضرورة مبسّط بعض الشيء، لكن وجه الشبه شديد: سنوضح وجود خلية ما (أو عضوية) على قيد الحياة، عبر فهم تحرك سيارة ما بسرعة معينة (الشكل 1). إن وجه الشبه قد يبدو مفاجئاً. لكن السيارة تشكل نظاماً (نسبياً) يسهل إدراكه ونمذجته بالنسبة إلى الذهن.

تشكل السيارة نظاماً فيزيائياً يميّز بصفات خاصة، ومستقلاً بذاته، ويمكن وصفه: هيكل السيارة، الإطار، واقية الريح، مقود، محرك... وسنسمي هذا النظام الفيزيائي بنظام السيارة.

(*) الأيض: قوة التجدد والدثور والبناء والهدم في الكائن الحي.



الشكل 1: نموذج الكائن الحي ووجه الشبه مع سرعة سيارة. إن الحياة يمكن تعريفها بوجود خلية تتميز حالتها الديناميكية الحرارية بتبديد دفق الطاقة (حالة خارج التوازن)، مثل سيارة تجري متميّزة بنظام فيزيائي (دولاب + هيكل + محرك)، وتتميز حالته الفيزيائية بمتّجه السرعة.

وعلى المنوال ذاته بالضبط، يمكن تحليل الخلية بطرق عديدة. إن الأمر يتعلق بنظام معقد يمكن وصف وحداته الثانوية تحت المجهر: غشاء، نواة، كناسج(*). إن الخلية تشكل آنذاك نظاماً يمكن وصفه كله، والذي سنسميه النظام الخلوي. إن مفهوم الحياة بالنسبة إلى النظام الخلوي يمكن تشبيهه حينذاك بمفهوم السرعة بالنسبة لنظام السيارة. إن السرعة هي حالة حركية السيارة (ومن هنا اشتقاق وظيفة موضع لنظام ـ سيارة). إن السرعة هي إذاً المقدار المادي الآني والمجرد. وبشكل مشابه، فإن الحياة (بالنسبة إلى إحدى صفاتها) تميّز مقداراً مادياً الذي هو حالة ديناميكية حرارية خاصة بالنظام الخلوي المدروس: البقاء خارج التوازن عبر تبديد للطاقة. تلك الحالة الديناميكية الحرارية هي كينونة مادية مجردة لكنها قابلة للقياس.

وللمفارقة، فإن السرعة بالنسبة إلى نظام السيارة تأخذ بعداً

(*) جمع كنسج: وهو كل عنصر من العناصر التي تتألف منها الخلية.

مشابهاً لما تمثله الحالة الديناميكية الحرارية بالنسبة إلى النظام الخلوي. بدون السيارة، يتلاشى مفهوم السرعة وبدون الخلية، يختفي مفهوم الحالة الديناميكية الحرارية. وبالعكس فإن السيارة يمكن إيقافها، والخلية يمكن أن تعود إلى الحالة الديناميكية الحرارية في التوازن، أي تعود إلى الموت. إن طرفي النموذج ليسا إذاً متناظرين. يمكن للبنية الخلوية الاستمرار بعد الموت الخلوي، مثل البنية المادية للسيارة فإنها تدوم بعد توقفها في المرآب أو بعد جمود حركتها نهائياً.

لقد حصلت الهوّة التي تفصل بين تعريف الكائن الحي وأبحاث علم الأحياء المعاصر عن ذلك اللافهم. وبديهياً، يبدو من العبث تماماً، من أجل فهم ما هي السرعة، أن نرفع غطاء محرك السيارة ونفكك المحرك! يعرف الجميع جيداً أن المحرك ليس المكان الذي يمكن ملاحظة السرعة فيه! وعلى نحو مشابه، فإن الحياة (في أحد أوجه ثنائيتها) تخص مقداراً مادياً ديناميكياً حركياً. وهو بالتالي لا يمكن لعالم الأحياء أن يلاحظه بالمجهر. وفي الحالة المعاكسة، فإن عالم الأحياء ينظر بمنظور الميكانيكي الذي يفكك محرك سيارة مجهولة، ليفهم طريقة عملها. لكن، ولا في أي لحظة، لن يكون بمقدور الميكانيكي توضيح ما هي سرعة السيارة السريعة، حتى لو عرف وظائف جميع أجزاء المحرك! وعلى النحو ذاته، فإن عالم الأحياء غير قادر على إعطاء توضيح لحياة الخلية. إنه تحت مجهره يراقب، ويقسّم، ويقطّع، ويستبدل بعض الوحدات الصغيرة لنظامه الخلوي. وبوسعه أن يصف الآن بالتمام تقريباً ما هو النظام الخلوي ذاك وما عمله الجزيئي. إنه يعرف تفاعلات جزيئات عديدة توضح ردود أفعال الكائن الحي.

لكن الحياة هي شيء آخر! إنها في آن واحد ذلك النظام

الخلوي، «البنية المرئية» لفرنسوا جاكوب، التي يعرف عالم الأحياء أن يصفها جيداً، لكنها هي أيضاً ذلك المقدار المادي الديناميكي الحراري الذاتي الذي يفلت منه. هذا الشيء الصغير الذي سمّاه ميشال سير ونائلة فاروقي في قاموس العلوم دون أن يعرّفاه: «إنه هبة إضافية تضاف إلى العناصر المادية المتلقاة من الطبيعة»[10]. ذلك الشيء الصغير الذي سمي طويلاً بالعلة الحيوية، لكن اتضح أنه بالأحرى مفهوم ديناميكي حراري مجرد لكنه حقيقي. وهنا يتكشّف سوء فهم كبير سمّم طويلاً تاريخ علم الأحياء. إن علماء الأحياء منهمكون بالكائن الحي، لكن على طريقة الميكانيكي الذي يفكك قطعة قطعة المحرك الخلوي بحثاً عن السرعة. إن الالتباس مطبق. وجوهر الحياة لا يمكن أن يوجد على المستوى الجزيئي. في هذا المستوى من التحليل، من غير الممكن العثور إلا على قطع تركيب وتشغيل آلات الساعة، ناشئة مصادفة عن التطور وقد زينتها الخبرات والاصطفاءات على مر ملايين السنين. وكما أن التحليل «الميكانيكي» لقطع السيارة لا يعطي شيئاً لمعنى مفهوم السرعة، فإن تحليل قطع أحجية الكائن الحي لا يوضح شيئاً من مفهوم الحياة. ولأن الكائن الحي يتمتع بخاصية مادية ديناميكية حرارية اكتسبها مؤقتاً بفضل نظام أحيائي محدّد، فمن الضروري فهمه بكليته. إن ذلك التناول يضم من جهة أخرى بوجهيه الشاملين درجة من التشكك المادي. وهنا أخيراً، تصور يعارض هدفاً طوباوياً «جزيئياً» ينشّط بعض علماء الأحياء. لا يمكن فهم الحياة بتفكيك تروس الأشياء الحية، وإنما بارتقائها وبتحليل الاختلافات المادية التي تميز ذلك النظام الفريد عن حصاة بسيطة. بيد أن هاتين الطريقتين في التناول ليستا متعارضتين على

(10) *Le Trésor: Dictionnaire des sciences*, sous la direction de Michel Serres et Nayla Farouki (Paris: Flammarion, 1997).

النحو الذي أشرنا إليه حتى الآن. إنهما حتى متكاملتان نسبياً. إن كل تقدم في الإدراك الجزيئي للكائن الحي لا يمكن أن يكون إلا فرصة لإعادة ضبط أفضل لتعريف الحياة ولفهم كيف أن ضم تلك القطع الجزيئية المكوّنة لنظام يتفق مع مواصفات مادية. وعلى النحو نفسه، ليس بوسع ميكانيكي وهو يحلل أجزاء محرك أن يفهم كيف يحدث ذلك المحرك حركة السيارة إلا إن فصّل وضم المعارف التي لديه عن كل جزء من الأجزاء.

في ذلك الوصف المجمل، نبصر أسلوب تميّز الحياة. لكن ذلك التعريف لا ينبغي أن يتوارى خلف كلمات مجردة أو مفاهيم مبلبلة. ينبغي لتعريف فعال أن يسمح ببزوغ منطق يوفر توطيداً أفضل لتفكير أرحب من أجل فهم أفضل لبعض التساؤلات الأخلاقية. ولهذا السبب فإني سأوضح الآن بطريقة أكثر تفصيلاً ما أعني بعبارتي نظامنا الحي: النظام الخلوي والحالة الديناميكية الحيوية لذلك النظام.

الفصل الثاني

مفهوم النظام الخلوي

إن تعريف النظام الخلوي يستلزم تحولاً قليلاً في عالم علوم الحياة «الخفي». والواقع إن تعريف الحياة يعود في البداية إلى تعريف الخلية. حيث يهتف فرانسوا جاكوب قائلاً: «ينبغي إذاً أن نعزو إلى الخلية خاصيات الكائن الحي». وهذا الزعم ليس بتحصيل حاصل.

إن البحث عن تعريف وجيز للحياة يمكن أن يتلاشى سريعاً مع استمرارية الإشكال. وتلك الاستمرارية يمكن أن تتضح بشكل يبعث على الدوار. إن الهبوط السريع جداً لخطوات معرفة المادة يمكن أن يفضي إلى خروج مأسوي عن الموضوع. على المرء الفضولي أن ينتبه كثيراً إلى موطئ قدمه. وإن علماء الأحياء، وحتى أكثرهم تيقظاً، يمكن أن يضلوا الطريق. من الضروري إذاً تحديد في أي نطاق يقع نوع من «المشترك الأصغر»، وحدة أساس من أجل بناء عالم الكائن الحي.

بحسب كلود برنارد، من الجائز التأكيد على أن: «(...) الحياة تشغل كل خلية، وتشغل كل عنصر عضوي يعمل بالأصالة عن نفسه.

إنها لا تتمركز في أي جزء من عضو أو جهاز في الجسم»[1]. لكن تأكيده بشكل قاطع ليس له معنى إلا بتفسير السبب وبالأخص بإعطاء تعريف دقيق للخلية. إن السؤال عن معنى كلمة الحياة يعود إذاً إلى طرح السؤال التالي: ما هي الخلية؟ إن الخلية هي أصغر وحدة تشكلية ووظيفية تمتلك خاصيات الكائن الحي. وإن القول يمكن أن يعرف كحشو زائد بما أن تعريف الكائن الحي يستخدم تعريف الخلية، ونحن بيّنا سابقاً أن تعريف الخلية هو جزء متكامل مع تعريف الكائن الحي.

لكن هل ينبغي التكلم بدقة عن نموذج خلوي شامل أو عن أنماط عديدة للخلايا؟ يوجد إجمالاً نمطان كبيران من أسلوب بناء الخلايا: خلية حقيقية النواة، التي تشكل وحدة نشاط كل واحد منا وكل ما يمكن إدراكه حسياً في محيطنا (نباتات وحيوانات) والخلية البكتيرية، وحدة نشاط العالم المجهري البكتيري.

يشكل نمطا الخلايا أنظمة معقدة، تتطابق مع مواضعها البيئية، والتي مخططها الأساسي في العمل مقولب.

إن الخلية هي نظام مغلق مادياً، يحدده غشاء تجري في داخله تفاعلات أيضية منظّمة بفضل بروتينات ذات وظيفة خمائرية، ناتجة عن ترجمة رسالة وراثية يحملها مكثّف معقد: حمض بروتيني مورّث، والذي اختصاره الشهير هو (ADN).

إن كل خلية، من أبسطها إلى أعقدها، تحوي على الأقل نظاماً

---

(1) Claude Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie commune aux animaux et aux végétaux*, bibliothèque de textes scientifiques (Paris: J. Vrin, 1966).

(الطبعة الأصلية عام 1878).

وراثياً، وبروتينات مكلّفة بتنفيذ البرنامج وغشاءً يحد الجميع. هذه الرؤية المصغّرة بالضرورة لابد أن تكون أكثر تبايناً في التفاصيل. لكنها مع ذلك توفر فهماً شاملاً صحيحاً للنظام.

المكوّنات الأساسية للنظام

يتجلى سريعاً أمام علماء الكيمياء الحيوية أن العضويات قد تم بناؤها انطلاقاً من مكوّنات بنيوية عامة. إن قطع آجرّ الحياة هي كلها نفسها. من البكتيريا إلى السَلَطة، ومن الحشرة إلى الإنسان، نحن جميعاً شكّلنا انطلاقاً من ثلاثين جزيء أحيائي أساسي: عشرون حمضاً أمينياً، وخمس قواعد(*) مؤزّتة(**)، وبعض السكريات وبعض الدسم. ولنبدأ بالحاوي الخلوي: ما هو الغشاء الخلوي؟

إن الغشاء المحيط بالخلية، أو المعروف أكثر باسم الغشاء البلاسمي، هو في البداية وحدة مقولبة في الكائن الحي. وله تركيب واضح من الدهن المفسفر والبروتينات بشكل أساسي. ومن ثم، ومن تلك العناصر المكوّنة تنجم بروتينات تستخدمها جميع خلايانا. إن الغشاء يشكل حاجزاً تبلغ سماكته خمسة نانومتر، حيز - سطح حقيقي فاصل بين وسط خارج الخلايا ووسط داخل الخلايا، الذي يسمى بالهيولى. والتصور المبسّط الذي يحويه قول فرانسيس كريك عن أنه «كيس الأنزيم»، هو قول قد مضى عهده. لأن ذلك الغشاء لا يمكن أن يشبّه بكيس هامد وحسب. إن الغشاء يتمتع بصفات أخرى: اللدونة، والنفوذية الذاتية. وهو بشكل خاص، يؤمن العديد من الوظائف «الحيوية» بالنسبة إلى النظام الخلوي: ضبط تدفق

(*) قاعدة: ما يتفاعل مع حامض ليشكل ملحاً.
(**) مؤزّت: محتو على آزوت.

الجزيئيات، والطاقة، والمعلومات بين الخلية والوسط، والتعرف، والالتحام، والحركة الذاتية . . . إلخ. إن الغشاء هو بالمحصلة «كيس ذكي» حقيقي، وإضافة إلى ضبطه للعديد من التبادلات، فإنه يشارك في وظائف كبيرة في الفيزيولوجيا الخلوية.

لنر الآن المحتوى الخلوي: ما هو النظام الوراثي؟ يرى جاك مونو أن ميزة الكائن الحي هي خاصيته الغائية، أي «أهداف مرصودة لمشروع وهي تجسده في بنيتها وتحققه في أدائها في آن واحد»(2). للخلية إذاً في بنيتها، برنامج محفوظ تحاول في آن واحد تطبيقه بطريقة منظمة والتجاوب لنقله إلى الذرّية.

إن (ADN) هو على الصعيد البنيوي مكثّف طويل جداً ينجم عن تكاثف وحدات أولية: نوكليوتيدات. ويمكن أن يتنوع حجم الجزيء ما بين بضع آلاف وحدة أولية إلى مليارات الوحدات. ويتكون ذلك الجزيء من سلسلتين مقاومتين للتكامل (الشكل 2). ويمكن مقارنته بدرج لولبي شكلت دعائمه من هيكل سكريات مرتبطة بالفوسفات ودرجاته شكلت من قواعد مؤزّتة منضّدة أفقياً.

وقد اكتشف تلك البنى الأسطورية عالما أحياء أثّرا في تاريخ علم أحياء القرن العشرين.. لا يمكن تجنب فتح قوس حول ذلك الحدث الملحمي لتاريخ العلوم في تلك المرحلة. بداية، إن ظروف الاكتشاف تستحق الاستحضار: يروي جيمس واطسون في كتاب **الحلزون المزدوج**(*) الخفايا، والمكائد، والأهواء، ويوضح في قائمة

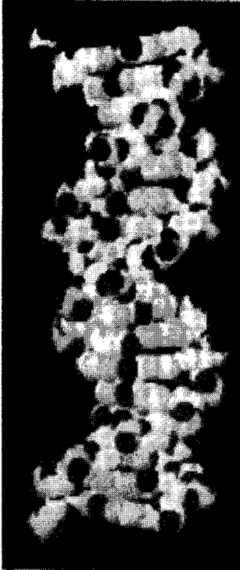
---

(2) Jacques Monod, *Le Hasard et la nécessité; essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne* (Paris: Editions du Seuil, [1970]).

(*) *La Double hélice.*

الطرق التائهة للمعرفة، في قصة ترن كاعتراف تائب(3). لقد اعترف فيها دون مجاملة لنفسه بطموح وبوصولية لا حد لهما، الأمر الذي كلفه انتقادات لاذعة.

لكن ينبغي أن لا تخفي الشجرة الغابة: إن عيوب واطسون ينبغي أن لا تحجب حدساً متألقاً وذهناً تحليلياً قوياً، آزرته فرصة عاتية. لقد شعر واطسون بالأمر أثناء تمرين مابعد الدكتوراه مصادفة في مؤتمر علمي في نابولي في أيار/ مايو عام 1951. وفيه عرض موريس ويلكنز من جامعة كينغ (King's College) أبحاثه المتعلقة بالدراسة البنيوية لـ (ADN) عبر طريقة انكسار أشعة X. حينذاك سحر واطسون تماماً، إذ إن (ADN) قابل للتبلّر، إنه يتمتع إذاً ببنية منتظمة تنتظر اكتشافها! حينذاك وضع كل الوسائل، وحتى تلك التي تنال إقراراً أقل، في خدمة طموحه: اكتشاف البنية الجزيئية للمورّثة.



الشكل 2: بنية (ADN). الحلزون المزدوج المضاد للمتوازي، وصفه أولاً ج. واطسون وف. كريك. تحولت القواعد (اللون الفاتح) نحو الداخل على نحو دقيق عبر تدخل ترابطات هيدروجينية. وإن تكدس القواعد على المحور عمودياً سبّب التواء الحلزون الذي تتشكل دعائمه الخارجية من هيكل بنتوز ـ فوسفات (باللون الغامق).

---

(3) James D. Watson, *La Double hélice* (Paris: [n. pb.], 2003).
الطبعة الأصلية في اللغة الإنجليزية عام 1968.

لقد غادر سريعاً مختبر استقباله في كوبنهاغن الذي أحس بالملل فيه، من أجل تلقي تدريب عند ماكس بيروتز في كافنديش في كامبردج، وكان ذاك يهتم ببنى الجزيئيات الكبيرة الأحيائية. لكن السبب الأصلي في رحيله كان أمراً آخر: إن قرب مختبر موريس ويلكنز، هو الذي حث جيمس واطسون بشكل خاص. وكان ذلك الاختيار ممتازاً، لأن في كافنديش كان يوجد «المدى الحياتي» الضروري لتألقه: كان الفريق يضم علماءً أفذاذاً ومن كل الاختصاصات (فيزيائيين علماء بالبلارة[*] ومنهم فرانسيس كريك، واختصاصيي فيروسات، وعلماء بالكيمياء الحيوية). وقد لعب تشارك الاختصاصات دوراً أساسياً، إذ سمح باقتصاد الوقت وبتبادل فعال للأفكار. فضلاً عن ذلك، والغاية تبرر الوسيلة، لم يضع واطسون لنفسه حداً أخلاقياً، فكان التجسس على فرق العمل المنافسة، وتحريف نتائج فريق موريس ويلكنز، الذي كان في عداده روزاليند فرانكلين (الغائبة عن جائزة نوبل لإصابتها بسرطان الدم الذي سببته الاشعاعات، وذلك وسط لا مبالاة شبه تامة لثلاث سنوات قبل أن تتنبَّه أكاديمية كارولينسكا لذلك الاكتشاف). كل شيء صالح من أجل الوصول! لكن، لنتبصر في الأمر. إن جيمس واطسون وفرانسيس كريك لم يغشّا في الجوهر، أي ذلك الحدس الرائع بالحلزون المزدوج الذي أتى بعكس تيار كل ما تم اقتراحه على الفريق (حلزون ثلاثي لبنية معكوسة)[4]. ومنذ ذاك الحين، قبل فرانسيس كريك وموريس ويلكنز أخيراً تسليم نسختيهما عن ذلك الاكتشاف، إنهما

(*) البلارة: علم البلورة.

(4) J. D. Watson and F. H. C. Cric, «Molecular Structure of Nucleic Acids. A Structure for Desoxyribose Nucleic Acid,» *Nature*, vol. 171 (1953), pp. 737-738.

نسختان أكثر حكمة، وأكثر واقعية لهذين الرجلين اللذين وفّرا قفزة هائلة في تاريخ علم الحياة(5).

لقد أصبحت (ADN) كلمة سحرية (بتعبير مرادف لجملة غاستون باشلار)، وإن اكتشافه هو أحد أوائل انتصارات الكيمياء الحيوية البنيوية، فقد سمح بربط البنية الجزيئية بالوظيفة الأحيائية وذلك للمرة الأولى. لكن الافتتان ذهب أبعد بكثير من كل حدود العقل. إن بنية الجزيء كاملة، وهي جوهرة حقيقية حيث مكان كل ذرة تعبّر عنه «حاجات الطبيعة»، وحيث تماثل الجديلتين يتعقد في الحلزون المزدوج المدوّخ. ويتفق هذا الجمال البنيوي مع بساطة ونقاء وظيفة حارس دائم لمعلومات رمّزها ذلك التعاقب لأربعة أنماط من القواعد المؤزّتة. وحتى اليوم، لاتزال تلك البنية تسحر الألباب. وتتجلى بشكل خاص القواعد التي توجد منها أربعة نماذج مختلفة واحدة تلو الأخرى. فضلاً عن ذلك، فإن تكدس القواعد فوق بعضها البعض أدى إلى إلتواء السلم المسؤول عن بنية الحلزون المزدوج. إن التشكل ليس مع ذلك كاملاً، إنه يتخذ «التواءات وتجعّدات» بحسب تعبير جيمس واطسون. إن ذلك الجزيء يحوي إذاً رسالة تعطى عبر تتالي أربعة أنماط من درجات السلم أو القواعد المؤزّتة. كل جديلة هي نسخة طبق الأصل ـ بالمعنى المقابل ـ للجديلة المضادة للمتوازي المسماة أيضاً مضادة للمعنى. وإن التنسّخ بانفتاح الحلزون المزدوج يوفر نسخة كاملة عن الرسالة التي حفظت بورع خلال التنسّخات.

(5) F. Crick, *Une Vie à découvrir. De La Double hélice à la mémoire* (Paris: Odile Jacob, 1989), and Maurice Wilkins, *The Third Man of the Double Helix: The Autobiography of Maurice Wilkins* (Oxford: Oxford University Press, 2003).

صدرت الطبعة الأصلية بالإنجليزية عام 1988.

وإن نظام فكّ الرموز، المكوّن من البروتينات، يسمح بتحقيق نسخة مجين(*) على شكل حمض النبتوز النووي (ARN)، جزيء شبه مماثل لـ (ADN) «فكّك ترميزه» في مابعد، أي ترجم إلى لغة أخرى، هي لغة البروتينات. عندها تعرف سلاسل النوكليوتيدات من خلال مجموعات ثلاثية، ثم تترجم إلى وحدات كيميائية متميزة: الحمض الأميني المكوّن الأساسي للبروتين. ويوجد أربعة وستون تركيباً لثلاثية النوكليوتيد التي ترمّز عموماً كل حمض من الحموض الأمينية العشرين.

فضلاً عن ذلك، وفي وسط ذلك الجزيء الهائل نفسه، يوجد تنظيم خفي. إن جميع النوكليوتيدات ليس لها القيمة ذاتها. كل سلسلة ليس لها معنى بالنسبة إلى الخلية، بعض الأجزاء «لا ترمّز مجاناً»، وبعضها الآخر منتظمة في وحدات وظيفية للانتساخ والترجمة: المورّثة. وإنه لأمر مدهش أن نلاحظ أن المورّثة تم فهمها قبل اكتشافها الجزيئي بفترة طويلة، بما أنه في البدء لم يكن هنالك سوى مفهوم مجرد للوحدة المتقلّبة. إن المورّثة هي إذاً أصغر سلسلة من (ADN) تتيح إنتاج البروتين. ذلك التعريف هو في آن واحد وظيفي وبنيوي. إنه الأساس بوجود سلسلة أحماض نووية. ويشكك بعض علماء الأحياء بذلك التعريف، ذلك أن المورثة بالنسبة إليهم هي مجرد سلسلة إخبارية (وبالتالي لا تتشكل بالضرورة من (ADN)). هذا النظام الوراثي من الترميز لن يكون شيئاً بدون النظام البروتيني لفك الترميز وتنفيذ المعلومات. وإن نظام البروتينات ذاك ذو الوظائف الأنزيمية بالنسبة للغالبية لا يمكن فصله عن مكوّنين رئيسيين آخرين للخلية. ونحن فصلنا دراستهما من أجل توضيح أكبر. لكن بدون البروتين، من غير الممكن فك ترميز المعلومة الوراثية، وبدون المعلومة الوراثية، من

(*) مَجين: مجموع الجينات في الكائن.

المستحيل تركيب البروتينات. إن الخلية الحية تشكل إذاً نظاماً مغلقاً. ويعمل النظام كحلقة. وإن جاك مونو هو الذي ذكّر بذلك قائلاً: «لا يمكن للرمز أن يترجم إلا عبر نتاجات الترجمة. وهو التعبير المعاصر لـ «كل حي يخرج من بيضة (omne vivum ex ovo)»[6].

ووسط تلك الحلقات، تشكل البروتينات الخلوية المحرك الأساسي للخلية. وتتم تلبية كل حاجات الخلية بفضل العمل المكثف لبروتينات عديدة يلعب كل منها دوراً دقيقاً جداً. إن البروتينات هي «الموسيقيون الجزيئيون» الحقيقيون للخلية ـ السيمفونية. إنها هي التي تكرر دون كلل توليفة الكائن الحي بإدارة مجين يحويه (ADN) ـ قائد الأوركسترا المستبد. وإن البروتينات ـ العازفة لا تستطيع التملص من نظام هو نفسه «مغلق» ومضبوط بصرامة. وإن التفاعلات بين المورثات والبروتينات هي مع ذلك أكثر تعقيداً وترابطاً. إن كانت توليفة البروتينات كمعلومة مرمّزة في سلسلة (ADN) مثبّتة وصارمة، فإن تنظيم عمل المورثات يبقى تحت السيطرة الكلية للبروتينات.

لكن، بالضبط، ما هو البروتين؟ إنه مثله مثل (ADN)، مكثف طويل لكن وحداته الثانوية هي الحموض الأمينية. هذا الاختلاف الكيماوي أساسي، بما أن الخلية تستخدم عشرين جزيئاً بالغي التنوع (بدلاً من أربع قواعد بالنسبة إلى (ADN)). إن ذلك الاختلاف الأول يجلب تنوعاً بالغ الأهمية إن تمت مقارنته برتابة وتماثل بنية (ADN). وإن تنوع عشرين حمضاً أمينياً يسمح رياضياً ببناء عدد مدهش من الجزيئيات المختلفة ذات الخاصيات الأكثر تنوعاً (أكثر من 20 n لبروتين من n حموض أمينية). لكن الطبيعة، للمفارقة، لم تستغل إلا

(6) Monod, *Le Hasard et la nécessité; essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne.*

جزءاً صغيراً جداً من التنوع الذي وضعته الرياضيات تحت تصرفها! في الواقع، إن البروتينات هي في الغالب، تترابط بنيوياً في عائلات كبيرة. لكن تلك التركيبة تتيح عرض التنوع البنيوي العجيب للأنظمة الحية المحيطة بنا.

وينجم الاختلاف الكبير الثاني عن خاصيات كيماوية للحموض الأمينية التي تمتلك سلاسل جانبية متفاعلة كيماوياً. تلك الخاصية أساسية: بعض السلاسل كارهة للماء، وأخرى أحماض، وثالثة محايدة، ورابعة قطبية. ذلك التنوع الكيماوي أساسي مقارنة برتابة الحموض النووية. وهذا التنوع سيسمح باستحداث مواقع متفاعلة كيماوياً مع جميع الجزيئيات الممكنة، وأيضاً باستحداث بنى فوقية، وبالتالي استحداث تنوع الحياة. وهكذا، فإن ترابط الحموض الأمينية يلعب دوراً محركاً أساسياً بسماحه بانثناء السلسلة البروتينية بحسب الخاصيات الكيماوية المحلية. إن البروتين يتخذ تشكلاً، تحت تأثير الانجذاب بين المجموعات الكيماوية، أي بنية خاصة في الحيّز المستقر (حلزون، وريقة، ... إلخ) (شكل 3). وعلى نحو أدق أكثر، يصبح بالإمكان استحداث محلياً، في منطقة البروتين، مناطق متفاعلة كيماوياً. تلك المناطق مخصّصة لتحفيز تفاعلات أيضية: إنها تضطلع بوظيفة أنزيمية.

وما إن تتآلف البروتينات، حتى تتمكن من الانتشار في العصارة الخلوية، أو تنتظم في وحدات متعددة البروتين ذات حجم كبير، مثل الربسومات(*) التي تشكل «مصانع» حقيقية لبناء البروتينات. ومن الملائم تمييز البروتينات الليفية ذات الوظائف البنيوية عن البروتينات الكروية ذات الوظائف الأنزيمية. إن نشاط بروتين ليس

(*) ربسوم: نسيج حيوي مؤلف من خلية النبتوز النووي.

نشاطاً مكوّناً عموماً، فالوظيفة مقرّرة، وتنظمها بشكل أساسي تعديلات بنيته.



الشكل 3: بنية ثلاثية الأبعاد لبروتين بعد الانثناء في الحيّز. بنية مولّد المضاد(*) الحامي من مرض الجمرة الخبيثة الذي وضعته شركة «بروتين داتا بنك»، المصدر: www.rscb.org

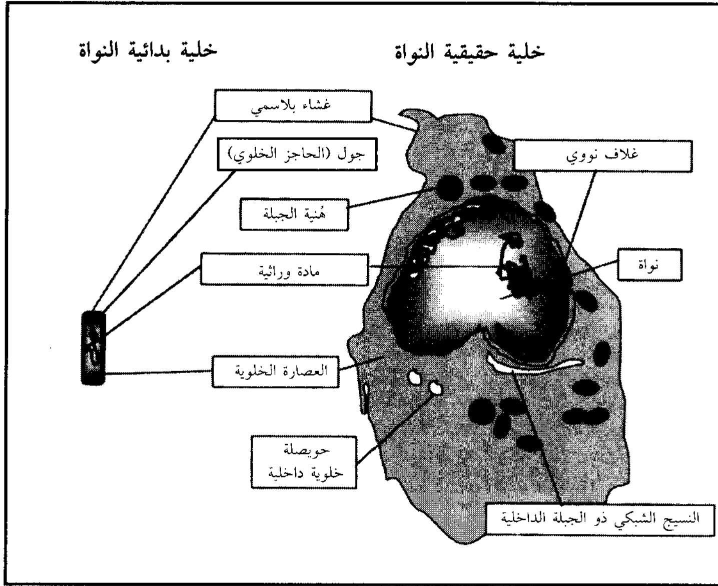
الأنماط الخلوية المختلفة

هذا على وجه التقريب ما رسم من المكوّنات الرئيسة الثلاث اللازمة للخلية الحية. كل الخلايا تمتلك الكينونات الثلاث الكبيرة التي أتينا على وصفها. لكن، ومنذ أن حملت الأرض الخلايا الأولى منذ أربعة مليارات عام، وتلك الخلايا كان لها متسع من الوقت للتطور والتنوع. وأضيفت إلى مخطط الأساس الأولي تعديلات، وترتيبات،

(*) مولد المضاد: مادة ينشأ عن حقنها في الجسم أجسام مضادة لها.

وتحسينات، محفوظة بحسب مبدأ الاصطفاء الدارويني في سقط كبير جزيئي أسماه فرانسوا جاكوب بـ «ترقيع التطور»[7]. وسنقوم الآن بعرض مجموعتين كبيرتين من الخلايا المجتمعة في العالم الحي.

على مخطط العمل الفريد، بنى الكائن الحي خلايا ذات هيئة تختلف إلى حد كبير. إن الكائن الحي «رقّع» بالمعنى الحرفي للكلمة. إن بعض الخلايا ظلت منسوخة على المخطط التبسيطي الذي وصفناه منذ قليل: إنها حالة البكتيريات أو الخلايا البدائية النواة. وهناك خلايا أخرى تحولت بشكل محسوس جداً، قد حفظها مرشّح (فلتر) التطور وشكلت خلايا أكثر تعقيداً، وهي الخلايا الحقيقية النواة (الشكل 4).



الشكل 4: المظاهر البنيوية لخلية بدائية النواة وخلية حقيقية النواة.

(7) F. Jacob, «Evolution and thinkering,» *Science*, vol. 196 (1977), pp. 1161-1166.

تضم المجموعة الأولى إذاً البكتيريات التي تشكل الكينونات الوظيفية الأبسط: غشاء يحد المجين ونظام بروتيني لتنفيذ برنامج. لكن البساطة الوظيفية هي في ذاتها تجاوز لغوي. إن تلك الخلايا هي في الحقيقة كينونات معقدة ذات عمل منظم إلى درجة كبيرة عقب مليارات من سنوات التطور التي وفرت التحسين والتكييف. إن تناول موضوع تعقّد الكائن الحي يمكن أن يتوضح بحجم مجينه. بالنسبة إلى الخلية البدائية النواة المتوسطة، يقدّر المجين بحوالي ثلاثة ملايين زوج قواعدي، لحوالي أربعة آلاف مورّث مرمّز لبروتينات ذات وظيفة مجهولة في غالبيتها. إن ميزة الخلايا البدائية النواة هي التكثيف النسبي للمجين الذي هو في غالبيته مرمّز (أكثرمن 85 بالمائة). إن مجين عدد يتعاظم أكثر فأكثر من الأنواع البدائية النواة قد تم تحديد تسلسله بفضل عمل دؤوب جمع فرقاً عديدة. ويكشف تنظيم المجين عن تعقيد لا يشك به، سواء في فن بنائه الإجمالي أو في تعدد المورثات التي ما تزال وظيفة كثير منها مجهولة إلى اليوم. وتتصل البساطة الوظيفية للخلية البدائية النواة، بتعقيد الوحدة النسالية. في الواقع، إن تقنيات النسالة(*) الجزيئية ـ أي تحليل تفاوت المجينات من كل الأنواع ـ سمحت بإضفاء الصفة الفردية على وحدتي بدائيتي النواة وليس على وحدة واحدة فقط. وتشكل البكتيريا القديمة والبكتيريا الحقيقية مجموعتين ذات رتبة واحدة داخل مجموع فائق من البكتيريا.

إن البكتيريا الحقيقية هي البكتيريا التقليدية ـ تلك التي تشكل محيطنا القريب ـ والتي هي معروفة بشكل جيد. إن بكتيريا الايشيرشيا المعوية الشهيرة، والتي هي تعويذة جميع العلماء تأتي في المقدمة. وعلى نحو فيه شيء من المفارقة، نجد أن كناسج الخلايا الحقيقية

(*) نسالة: تكوّن الأنسال.

النواة (جبيلات اليخضور وهُنيّة الجبلة(*)) قد تم إلحاقها بتلك المجموعة. في الواقع، إن تحليل مجيناتها يصنفها في البكتيريا الحقيقية. ويتعلق الأمر على الأرجح بسلالة من البكتيريا التي تطفلت على أوائل الخلايا الحقيقية النواة قبل أن يقلب المضيف علاقة التطفل وتحول إلى اتكال متبادل. ويسمى هذا النموذج الخاص من العلاقة بالتكافل الداخلي: من دون هُنيّة الجبلة، لا توجد حياة ممكنة لحقيقية النواة، وبدون الخلية الحقيقية النواة، لا تستطيع هنيّات الجبلة البقاء حية. إن تلك العلاقة البينية علاقة فريدة. إن هنيات الجبلة، أي «بكتيريات الداخل»، ذات مجين مستقل عن النواة الخلوية، والذي نقله لا يتبع قوانين الوراثة التقليدية حيث أن الأم لدى الثدييات هي التي تنقله. وهكذا، فإن الأمراض الوراثية المرتبطة بهنيّات الجبلة لها تعبير وراثي خاص! والأمر المثير للدهشة أكثر، أن تلك العلاقة بين مجينين ليست علاقة مسمّرة. لقد تم إثبات وجود استعمار متواصل للمجين البشري عبر سلاسل وراثية مرتبطة بهنيات الجبلة هذا النموذج من الحياة ذي التكافل الداخلي هو إذاً صراع لمّا يحدث بعد. لكن، هل يمكن الكلام عن صراع في حين أن الحالة هي فعلاً حالة اتكال متبادل، وأنه بدون هنية الجبلة لا يتوقع وجود حياة لحقيقية النواة؟

إن البكتيريا القديمة هي بكتيريا جرى اكتشافها حديثاً جداً، ذلك أن وضعها البيئوي له طابع فريد بعض الشيء. ويقصد بذلك البيئات المتطرفة حيث الحياة، كما يتم فهمها تقليدياً، تبدو مستحيلة: مصادر حارة تتجاوز فيها الحرارة مئات الدرجات المئوية، بيئات مملحة بشكل مفرط، أعماق بحرية يكون الضغط فيها ساحقاً. إن تلك البكتيريا علاوة على قدرتها الفريدة على البقاء، وقربها الوراثي

(*) هُنيّة الجبلة: مجموعة الكناسج التي تتألف منها الحجيرة الحيوانية أو الخلية النباتية.

مع حقيقيات النواة، فإن لها خاصية ثالثة: وجود الدسم الخاص في الأغشية والذي ارتباطاته هي من النموذج الإثيري، في حين أن جميع الكائنات الحية الأخرى لها غشاء مع دسم له ارتباط إستري. إن اسمها «بكتيريا قديمة» قد جاء من الفرضية التي تجعل منها السلالة الأقرب إلى أوائل الخلايا الحقيقية النواة. ولعل مقاومتها الكبيرة في البيئات العدائية قد سمحت لها بالبقاء في البيئات المتطرفة في المحيط الحيوي الأولي قبل أن تتراجع نحو أوضاع بيئوية أكثر تقييداً.

ونموذج الخلية الأخير هو نموذج الخلية الحقيقية النواة. وهي تمثل نموذج التعقيد لدى الكائن الحي. إن مجينها هائل الحجم، إذ يقدّر بأكثر من ثلاثة آلاف مليون زوج قاعدي بالنسبة إلى الإنسان، تنتظم بحسب المعطيات الحديثة لتحديد تسلسل الجينات في أقل من عشرين ألف مورث ماتزال معظم وظائفها تنتظر الاكتشاف. ذلك المجين «محبوس» في غلاف مزدوج هو النواة التي تحفظ وتنسخ وتنظم تعبيره. لكن ليس ذلك هو كل شيء، فهذا المجين ينتظم في صبغيات خطّية مستقلة لتسهيل الانقسام. وهو يحوي سلاسل صامتة كثيرة جداً والتي لم تفهم «فائدتها» جيداً. وفي نوع الثدييات التي تضم الجنس البشري، هنالك 95 في المئة من المعلومات المجينية لا تستخدمها الخلية بشكل مباشر. إن المجين يتميز إذاً بضحالة معلوماتية كبيرة: إن الأمر يتعلق بمحيط من السلاسل غير المرمّزة وفي ذلك المحيط توجد بضع جزر صغيرة ضائعة من المورثات ترمّز البروتينات العائمة. وآخر مفارقة تتعلق بالمجين الحقيقي النواة هي أن مرحلتي توليفة البروتينات، الانتساخ والترجمة، هما منفصلتان طوبولوجياً: توليفة (ARN) تتم في النواة، في حين أن توليفة البروتينات تتم في العصارة الخلوية.

لكن التعقيد يتجاوز الإطار البسيط للمجين ويوجد في كل مكان. إن العصارة الخلوية تحيط بالعديد من الكناسج التي لكل منها

وظيفة خاصة، فالنسيج الشبكي ذو الجبلة الداخلية وجهاز غولجي يفيدان في توليفة البروتينات التي تحول فيها، وتعدّل، وتنضج. أما جهاز البزوسومي فهو يفيد في تهضيم الأغذية خارج الخلية، وتفيد هُنيّة الجبلة في إنتاج الأساس الطاقي للخلية، وتفيد جبيلات اليخضور في التركيب الضوئي لدى النباتات. فضلاً عن ذلك، فإن العصارة الخلوية محاطة بهيكل خلوي، حيث أن تسميته لا تعبر أبداً عن جميع الوظائف الديناميكية التي يشارك فيها: النقل خارج الخلايا، والانقسام، والحركات الخلوية.

وأخيراً، فإن الخلية الحقيقية النواة توجد أيضاً في أساس شيئين جديدين لدى الخلايا الحية: الجنسانية التي ستتيح تسارع التطور بالامتزاج الذي تسببه، وتعدد الخلايا الذي بدونه ما كنا هنا نناقش، حيث أننا نحن ومحيطنا المادي قد تم تكويننا أساساً من التعدد الخلوي: الحيوانات، والنباتات، والفطور.

هذا هو النظام الممكن ملاحظته للكائن الحي الموصوف بشكل تقريبي، ذاك الذي يفكك علماء الأحياء رموزه بشكل أفضل قليلاً كل يوم. إن عالم الخلية ذاك ليس مسمّراً. إنه يعكس حالة المعارف في لحظة محددة، ويشكل صورة التقطت خطفاً، عبر تصوير عالم متحرك تكون بيكسلاته تقريبية. ومن المرجح أن تقدّم المعارف سيحملنا على تعديل بعض الجوانب، لكن الحبكة ستبقى. وإن أحد الجوانب الثنائية للكائن الحي هو قبل كل شيء تلك الخلية التي يمكن أن تنتظم في كيان متعدد الخلايا. والجانب الآخر هو أكثر تجريداً، ذلك أنه يتعلق بوجه فيزيائي للنظام، بالحالة الديناميكية الحرارية، مصطلح معقد من الضروري توضيحه.

إن ذلك التعريف للحياة المرتبط بالخلية ـ بالمعنى الواسع ـ يمكن أن يعرف كحشو زائد. مع ذلك، فإنه لابد من الإحاطة بنظام

نفع. إن تياراً ولد مع النتائج شبه السحرية لعلم الأحياء الجزيئي وتوسع منذئذ مع الآمال الناجمة عن خرائطية وتحديد تسلسل المجين، يحاول، إن جاز التعبير، مماثلة الكائن الحي بالمورثة، وحتى بجزيء (ADN). ومن المعروف أن ذلك الجزيء فريد بما أنه موجود فقط في الأنظمة الأحيائية. وهناك تياران قد تفرّدا بشكل أكثر خصوصية. لقد نقل التيار الأول ريتشارد داوكينز ولا ترى نظريته عن المورثة ـ الأنانية في الخلية إلا خليطاً من المورثات التي ليس لتأثيراتها المشتركة سوى هدف، غير واع وإنما أوحد، هو تكاثرها. إن الخلية آنئذ ليست أكثر من مركبة مؤقتة ومضطربة تسمح للمورث السابح في «نهر الحياة» بالتوالد المتماثل. إن الخلية بالنسبة إلى داوكينز ليس فيها شيء بوسعه التماثل مع كينونة الكائن الحي المتماسكة: مركبة وحسب ـ فريدة بالتأكيد ـ لكنها مركبة رغم كل شيء. والحياة هي في موضع آخر، في تلك المورثة، التي ليست فضلاً عن ذلك سوى سلسلة متوالية من القواعد المؤزّتة المشبّكة في لولب مزدوج في هيكلها من نبتوز الفوسفات. وهذا التصور لمركبة المورثات قد تلقى بعض التصديق التجريبي. ذلك أنه لو تم احترام بعض القواعد النحوية للغة الوراثية، لأمكن نقل مورثة بشرية إلى بكتيريا أو إلى خميرة ليتم التعبير فيها عن بروتين بشري (أنسولين، هورمون النمو، عامل التخثر . . . إلخ). بوسع مورثة إذاً استخدام «مركبات» مختلفة ـ على الأقل تجريبياً، من عربة جياد قديمة إلى سيارة رولز رويس. لكن أول اعتراض على تلك الرؤية جاء من تحليل أكثر دقة لذلك النمط من التجربة. إن بقاء المورثة يعتمد على عربتها. بعض المورثات الخشنة تقاوم بشكل جيد النقل في حين أن مورثات أخرى غير معبّر عنها ومن ثم سرعان ما يحذفها المضيف. وفي غياب الحيلة لا يتعايش المجينان على نحو سلبي كمسافرين غريبين في مركبة واحدة. إن صورة مورثة تسافر بهدوء بكل امتياز قد

تحل محلها صورة سائقين يتصارعان حتى الموت من أجل قيادة «السيارة». وبملاحظتهما عن قرب أكثر، فإن ذلك يشبه بالأحرى فعل انتحال حقيقي تجهّز ضده المركبة ـ المضيف بوسائل الدفاع. ويأتي الاعتراض الثاني على رؤية داوكينز من ملاحظة أن إدخال مورثة بشرية في بكتيريا لا يحرّض على أنسنة تلك البكتيريا. وإنما يتعلق الأمر ببساطة بتبادل جزيئات أرغمتها قليلاً يد الإنسان. لكن ولا في أي حال من الأحوال، لا تعدّل طبيعة البكتيريا. إنها لن تعي أبداً «أنسنتها». إن جوهر الحياة البكتيرية لا يشوّشه إدخال مورث بشري. وبالعكس، فإن الكائن البشري الذي يتلقى مورثات أجنبية خلال عدوى فيروسية أو مورثة منقولة أثناء تجربة علاج مورثي لا يعدّل وضعه البشري: إن جوهر الكائن الحي لا يوجد إذاً على مستوى المورثة. إن «المركبة» بحسب تعبير داوكينز هي على الأقل مهمة بقدر أهمية المورثة نفسها. والاعتراض الثالث على رؤية المورثة ـ المركزية لعلم الأحياء يأتي من معطيين هامين لعلم الأحياء المعاصر واللذان أثارا ضجة كبيرة في وسائل الإعلام. ويتعلق المعطى الأول لدى الثدييات بنجاح طرق إعادة برمجة نوى الخلايا المميّزة بعد النقل النووي، وهي تقنية معروفة أكثر باسم الاستنساخ. وتستخدم تلك التقنية نواة خلية ناضجة مميّزة يتم إدخالها بالتكسير في هيولى بويضة أنثوية غير ناضجة وقبل كل شيء عديمة النواة. وبغض النظرعن المشاكل الأخلاقية، فإن إحدى النتائج التجريدية لتلك التقنية، هي الإثبات بأن هيولى البويضة الأنثوية غير الناضجة تحوي كل المعلومات (المرتبطة بالتنظيم المكاني ومحتواها) الضرورية لإعادة برمجة نواة خلية مميّزة في خلية جنينية. والمقصود هنا انتقام هيولى الخلية من الرؤية المركزية التبسيطية لمجين قوي جداً. وهذا يدل بكل أناقة على أن لا المجين ولا الهيولى يعملان تحت سيطرة أحدهما على الآخر، مثل مورثة بوسعها استخدام

مركبة. إن هاتين الكينونتين هما في تفاعل مستمر وهما ليستا وحيدتي الاتجاه بأي حال من الأحوال. إن مورثة ما لا يعبّر عنها إلا إن كانت العوامل الهيولية للانتساخ حاضرة في اللحظة الملائمة. وإلتواء آخر للمورثة المركزية كشف عنه ستانلي بروزينر مع نموذجه عن البريون(*) بوصفه عاملاً عِلّيّاً لمرض جنون البقر والمرض البشري المثيل له هو مرض كروتزفيلد ـ جاكوب[8]. وفي ذلك النموذج من البريون (والذي جاءت مصداقيته برأي كارل بوبر من حقيقة أن ما من شيء قد دحضه حتى الآن) يمكن أن يكون سبب المرض بروتيناً واحداً. إن الإمراض قد يرتبط بمشكلة انثناء، وتكوّن. إن انثناءً سيئاً لبروتين لم يعد متلفاً، إنه قد يندمج ذاتياً ويسحب بروتينات أخرى في سباقه المجنون. إن مجمل تلك الظواهر قد تكون هي السبب في موت الخلايا العصبية وفي أعراض مرض كروتزفيلد ـ جاكوب. إن انثناء البروتين هو إذاً ناقل لمعنى، ولمعلومة أحيائية يمكن أن تنقل أو لا تنقل إلى جزيئيات أخرى. والمعلومة التي تحملها المورثة لا تشترك أبداً في ذلك النموذج من تبادل المعلومات. إن المورثة ليست إذاً أبداً كفيل، وناقل أوحد لمعلومة يحتفظ بها في مكان مقدس. وقد أكد على ذلك بكل نباهة عالم الأحياء والوراثة هنري أتلان قائلاً: «(. . .) إن فكرة أن «كل شيء هو وراثي» قد بدأت تتزعزع جدّياً. تلك الفكرة تميل شيئاً فشيئاً إلى أن يحل محلها نموذج أكثر تعقيداً، يستند إلى مفاهيم التفاعل، والتأثيرات المتبادلة بين الوراثة،

(*) بريون (Prion): هو اختصار لكلمتي (Proteinoceous Infectious Particle) أي الجسيم البروتيني المعدي.

(8) M. Ricchetti, F. Tekaia and B. Dujon, «Continued Colonization of the Human Genome by Mitochondrial DNA,» *Public Library of Sciences Biology*, vol. 2 (2004).

ولا يقصد إنكار دورها المركزي، وبين التخلّق المتوالي الذي يتم اكتشاف أهميته شيئاً فشيئاً»[9]. وتذكّر إيفلين فوكس كيلر في وصفها النقّاد للمورثة بأن وظائف المورثة ينبغي أن «تفهم بطريقة ديناميكية» حيث أن الوظيفة الأحيائية تكمن في نشاط البروتينات بدلاً من أن تكمن في نشاط المورثات، لذا فإن انهيار فرضية «مورثة - أنزيم» يقلل كثيراً من إمكانية أن ننسب وظيفة إلى الوحدة البنيوية التي نظر إليها تقليدياً على أنها المورثة. لكن، إن تصورنا المورثة مجدداً كوحدة وظيفية (...) فإن المورثة لا يمكن أن تتمركز فوق أو بمعزل عن العمليات التي تحدد التنظيم الخلوي وما بين الخلايا»[10]. وقد عادت المؤلفة لاحقاً إلى تلك الازدواجية البنيوية والوظيفية للتعريفات التي ترغم على «تصور المورثة كـ (...) نمطي كينونة مختلفين: من جهة، كينونة بنيوية، تحافظ عليها الآليات الجزيئية للـ [illegible] بحيث يمكن أن يتم نقلها بدقة من جيل إلى آخر، ومن جهة أخرى، كينونة وظيفية لا تتجلى إلا بالتفاعل الديناميكي لعدد كبير من الفاعلين (...)». لقد وضعت المؤلفة هنا في الواجهة «إقفال» النظام الوراثي: إن (ADN) لا أهمية له دون بروتين يقرأ رسالته ويترجمها، والعكس بالعكس، فالبروتينات تتعلق بـ (ADN) من أجل توليفتها. لقد بدأت تلك الدلائل تنال قبولاً واسعاً لدى جماعة العلماء. وتلك الدلائل مع ذلك تعترض على التحفظات الهامة ذلك لأنها تتضمن التخلي عن التبسيطات التي كان لها الغلبة لفترة طويلة. وعلى هذا

---

(9) S. B. Prusiner, «Shattuck Lecture-Neurodegenerative Diseases and Prions,» *The New England Journal of Medicine*, vol. 344 (2001), pp. 1516 - 1526.

(10) Evelyn Fox Keller, *Le Siècle du gène*, bibliothèque des sciences humaines, trad. de l'anglais par Stéphane Schmitt ([Paris]: Gallimard, 2003). (الطبعة الأصلية الإنجليزية عام 2000).

النحو، فإنها فرضت جذب الانتباه إلى علم الأحياء الجزيئي المنتصر في نهاية القرن العشرين وغمرت المورثة ليس في «جواهر الحياة»، وإنما في ركام الجزيئيات الأخرى دون ترتيب خاص، غارقة في محيط علاقات بينية معقدة.

ذلك النقد لمفهوم المورثة ظهر بشكل لاذع جداً في مؤلفات عديدة لعلماء فرنسيين وفيها تم إعادة النظر في الوراثة، ومحّصت المورثة وفحصت من جديد. في كتابهما **لا إله، ولا مورثة**، جرّد بيار سونيغو وجان ـ جاك كوبيه المورثة من ميزتها المقدسة، ليضعاها في وسط الخلية وليس في مركزها[(11)]. أما ميشال مورانج فقد ذهب أبعد من ذلك أيضاً حينما طالب بـ «تفكيك بناء مفهوم المورثة»: «إن المورثة لا وجود لها: إنها بناء معوج في محاولته عرض ومصاحبة عمل علماء الأحياء. إن (ADN) موجود، والبروتينات موجودة ـ وأيضاً! ـ لا وجود للمورثة (...) إن كنا لا نأمل بالعودة إلى الزمن الذي كان فيه الفلاسفة مرصودين لنشاط معياري ويعتقدون أن بوسعهم إعطاء دروس للعلماء حول استخدام المفاهيم، والصحيح هو إجابة النفي بالتأكيد، أو أن الأصح أكثر هو القول بأن السؤال ليس له معنى»[(12)].

وفي نهاية المطاف، إن مفهوم المورثة نفسه الذي أصبح أكثر تعقيداً، أمسى أكثر ضبابية. وتوصي إيفلين فوكس ـ كيلر بالتخلي عنه، لأن ذلك المفهوم قد أصبح خطراً بالنسبة إلى العالم والجاهل في آن واحد: ما هي المورثة اليوم؟ (...) لقد أصبحت المورثة

---

(11) Jean-Jacques Kupiec et Pierre Sonigo, *Ni Dieu ni gène: Pour une autre théorie de l'hérédité* (Paris: Seuil, 2000).

(12) *La Génétique, science humaine*, débats, ISSN 1270-0320, sous la dir. de Muriel Fabre-Magnan et Philippe Moullier (Paris: Belin, 2004), pp. 104 - 118.

جمعاً. إنها لم تعد كينونة وحيدة، وإنما كلمة ذات مرونة واسعة، يحددها فقط السياق التجريبي الخاص الذي تستخدم فيه»[13]. ودون الذهاب بعيداً جداً، من الممكن بسهولة إدراك أن مفهوم المورثة قد تطور منذ بداياته باعتباره كينونة قابلة للتحول، ثم بوصفه كسرة جزيئية من سلسلة طويلة من الحموض النووية وذلك في الخمسينيات من القرن الماضي، أي قبل اكتشاف آليات انتظامه المعقدة تعقيداً عظيماً. لهذا، فإن الأمر يتعلق بمفهوم مؤثّر لا غنى عنه من أجل فهم العالم الحي، وهو صعب صعوبة تعريفه.

والتيار الثاني، وهو أيضاً أكثر اتساعاً، يحاول اختزال الحياة في مورثة، ويستند إلى وسائل ضخمة كانت تلزم وما تزال تلزم من أجل فك طلاسم المجينات الهائلة للإنسان ولبعض الأنواع الحقيقية النواة الأخرى. إن ذلك البرنامج الواسع، الذي له أهمية علمية هائلة، يستلزم موارد مالية لا تقل ضخامة ويستلزم تعاون وتنسيق بلدان عديدة. ومن أجل إقناع أصحاب القرار، كان من الضروري، وبطريقة مخفّفة إلى حد كبير، أن يوضّح لهم أن معرفة المجين قد قادتنا إلى معرفة الحياة. وأخيراً، فإن ذلك الوهم قد تلاشى بعد الإعلان عن الاستحقاق النهائي لتحديد تسلسل الزوج القاعدي الأخير من المجين البشري. بعد اكتشاف الإرث الوراثي للإنسان، فإن أنواعاً أخرى ستكون هدف استكشافات معمَّقة. إن تلك النتائج التي حصل عليها فرقاء كبار محنّكون، قامت على حملات استخدمت العديد من المساعدين وأعادت إلى الأذهان الفتوحات التاريخية لقمم جبال الهمالايا. لكن بعد بلوغ القمة، يكون نصف الطريق هو الذي تم اجتيازه وحسب. إذ ينبغي أيضاً النزول منها أحياء، وهنا للأسف حوّلت حوادث عدة نشوة بلوغ القمة إلى مصيبة

(13) Fox Keller, *Le Siècle du gène.*

عند العودة. والحال نفسه بالنسبة إلى استكشاف المجين. إن الفترة الجديدة، التي كان ينبغي أن تبدأ مع معرفة التسلسل، تشبه بشكل حزين الفترة التي سبقتها: مرحلة عناء بعد شعور وجيز بالسيطرة على القمة. إن النزول طويل وبعض الحوادث المأسوية ستشهد على الأرجح اختفاء بعض شركات التكنولوجيا الحيوية. إن الثروات الرائعة التي بشّرت بها معرفة المجين البشري لم يعد لها موعد. إن الأمر يتعلق بأداة قادرة بالنسبة إلى علماء الأحياء، لا أكثر. لقد تغيرت وجهة المسألة اليوم، ومن اللياقة التكلم عن «مابعد المجينية».

المجين وماذا بعد؟ هذا هو السؤال الذي أثاره كثيرون بعد طور النشوة التي سبقت الإعلان عن تحديد التسلسل الكامل للمجين البشري. إن فك رموز المجين قد جلب إذاً مقداراً هائلاً من المعلومات التي من الممكن اليوم تحليلها وتنظيمها. وعلاوة على ذلك، فإن المعلومات المحصّلة ما هي إلا من طراز التتالي المنظم للأزواج القاعدية. لم يعد أحد يرى تحديد تسلسل المجين كبحث عن جوهر الحياة. ولعل المعرفة التي أخذت تتوضح أكثر فأكثر عن تسلسل (ADN) قد أزالت الوجه السحري لذلك الجزيء.

إن تحديد التسلسل قد سمح بإقصاء الإيمان بالحياة في جزيء (ADN). إن الحياة أبعد من أن تختصر في قراءة تسلسل قواعد الحموض النووية على طول مكثّف(*). إن (ADN) الإنساني الممحّص في أنبوب الاختبار لا يمتلك شيئاً من صفات الكائن الحي. وإنما الأمر يتعلق ببساطة بمكثّف فريد يصدر عن جزء خلوي مختلف قليلاً.

(*) مكثّف: صفة تركيب كيميائي يُشكّل بالتكثيف.

الفصل الثالث

بعض مفاهيم الديناميكا الحرارية

إن الديناميكا الحرارية هي فرع من الفيزياء يهدف إلى دراسة تطور الأنظمة العيانية(*) خلال تبادلات الطاقة، في أشكال بالغة التنوع.

ويجري الحديث في الديناميكا الحرارية عن قوانين تسمح بالتنبؤ بحالة تطور النظام. لكن ما هو النظام؟ إن نظاماً يتم قبوله كجزء من الكون يتمتع بفردية معينة في المكان وفي الزمان. ويحوي مفهوم الفردية ذاك بالضرورة جزءاً من الذاتية. فضلاً عن ذلك، فإن الفردية لا تعني الاستقلال. إذ إن غالبية الأنظمة تبادل المادة أو الطاقة مع الخارج. وينبغي تمييز الأنظمة المفتوحة التي تستطيع تبادل المادة والطاقة، مثل الخلية الحية، عن الأنظمة المغلقة التي ليس بوسعها سوى مبادلة الطاقة، وينبغي أخيراً تمييزها عن الأنظمة المغلقة التي لا تبادل المادة ولا الطاقة.

تاريخياً، وضعت أولى أسس الديناميكا الحرارية في القرن التاسع عشر، مدعومة بجهود بذلت لتحسين مردود الآلات خلال الثورة الصناعية. وقد ربط كثير من المنظّرين أسماءهم بالمبادئ

(*) عياني: ما يرى بالعين المجردة.

الكبرى لهذا العلم الجديد: نيكولا ليونار سادي كارنو، جوزيف فورييه، رودولف كلاوزيوس، والتر نرنست، بريسكوت جول، وليام طومسون، المعروف أكثر بلقبه النبيل لورد كيلفن، لودفيغ بولتزمان... وقد حدث تقدم ذلك العلم عبر تطور تدريجي. في الديناميكا الحرارية، احتفظت إيزابيل ستينجرز وإيليا بريغوجين بثلاث مراحل في تطور المفاهيم: علم التوازن الحراري، الديناميكا الحرارية الخطية، والديناميكا الحرارية اللاخطية. في الأصل، اهتمت الديناميكا الحرارية بالأنظمة المادية في التوازن وبتطورها عند الانتقال بين حالتي توازن. إن هذا الجزء من الديناميكا الحرارية يسمى بعلم التوازن الحراري، لقد تمت صياغته بالكامل في مستهل القرن العشرين، عام 1906، مع آخر مبدأ اشتهر باسم مبدأ نرنست.

في مابعد، حاول البعض صياغة أوضاع خارج التوازن. وهذا ما نجح فيه بتفوق لارس أونساجر عام 1931 بإقامته علاقة خطية، معروفة باسم علاقة التبادل. إنها المرحلة الأولى. وتثبت علاقة التبادل أن انخفاضاً في الحرارة يطبّق في وسط متجانس، وبالتالي على الأرجح في التوازن، يسبّب انخفاضاً في تركز المادة. والعكس بالعكس، إن انخفاضاً في التركز، مقدّم إلى وسط متجانس، يسبب انخفاض الحرارة. كانت تلك العلاقة هي الأولى التي تنطبق على أوضاع خارج التوازن. بيد أن تطبيقها يقتصرعلى أوضاع قريبة من التوازن. «تحركات مستقرة، قابلة للتنبؤ، أنظمة تميل نحو المعدل الأدنى لنشاط منسجم مع التدفقات التي تغذيها (...). مهما يكن الوضع الأولي، فإن النظام يبلغ في نهاية الأمر حالة تحددها شروطه حتى النهايات»، هذا بالنسبة إلى بريغوجين وستينجرز[1]. لأجل هذا

(1) Ilya Prigogine and Isabelle Stengers, *La Nouvelle alliance: Métamorphose de la science* ([Paris]: Gallimard, 1979).

فإن تلك العلاقة لن تكون في متناول الديناميكا اللاخطية التي ستعقب: «في هذا الاتجاه لا تسمح الديناميكا الحرارية الخطية بتجاوز مفارقة التعارض بين داروين وكارنو، بين ظهور الأشكال الطبيعية المنظمة وبين الاتجاه الفيزيائي إلى تشوش النظام»[2].

والمرحلة الأخيرة هي صياغة الديناميكا الحرارية اللاخطية التي ساهم فيها بفعالية إيليا بريغوجين على رأس «مدرسة بروكسل». إنها تنطبق على أنظمة أجبرتها تدفقات الطاقة أو المادة التي تحفظ النظام خارج التوازن. تلك النظرية الخصبة سمحت بفهم تحركات الأنظمة المفارقة، البنى المبددة التي لا تتطور نحو التوازن وبالتالي نحو تزايد القصور الحراري، وإنما نحو استحداث النظام. وهنا ظهر مفهوم «النظام عبر التقلب»، وذلك بحسب تعبير بريغوجين. وانبثق فهم جديد للعالم: لم يعد الكائن الحي منعزلاً في العالم الفيزيائي، لقد أصبح سلوكه قابلاً لفكّ رموزه بعبارات فيزيائية.

وسنذكّر بمبادئ علم التوازن الحراري قبل أن نرى إلى أي حدّ شكلت الديناميكا الحرارية اللاخطية ثورة بالنسبة إلى الماضي.

مبادئ الديناميكا الحرارية الكلاسيكية: علم التوازن الحراري

لقد عرض هذا الفرع من الفيزياء بصورة أبرزت خاصيات ملفتة للنظر.

أولاً، إنه يعبّر عن ذاته بشكل بديهي. أربعة مبادئ عامة هي بمثابة حاو محكم السد ومبسّط، لكل نظري واسعٍ جداً وفي حقول تطبيق هائلة.

(2) المصدر نفسه.

ثم وعلى الخصوص، إنه بمثابة سعادة بالنسبة إلى عضو جديد، هاو للعلوم، والذي هو أنا، وقد أعاقته القدرات المحدودة للتجريد الرياضي. لأن مجمل تلك المبادئ الأربعة يمكن أن تصاغ دون استعادة صيغة رياضية مجردة. يكفي إيضاح بسيط باللغة الدارجة والمألوفة. إني لا أستطيع أن أحرم نفسي من متعة استعادة الشروح ذات الصدى العالمي، التي أعطاها كلاوزيوس عام 1865، للمبدأين الأولين للميكانيكا الحرارية:

- Die Energie der Welt ist konstant

الطاقة تبقى ثابتة في نظام مغلق.

- Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu

يميل القصور الحراري إلى الدرجة القصوى في نظام مغلق.

إن صفاء، وبساطة، وأهمية هاتين الجملتين لا مثيل لهما أبداً في عالم الفيزياء. هذا الوضع استثنائي ولا يخلو حرفياً من معجزة! إن الميكانيكا الحرارية أحد الفروع النادرة في علم الفيزياء القريب المنال «بشكل ديمقراطي» في تعقيده الخام. وإن كلمة الديمقراطية قد استخدمت بالتأكيد على نحو متعسف، فقط من أجل الإشارة إلى أي حد بعض النظريات المعقدة الصادرة عن فروع الفيزياء الأساسية الأخرى، مثل الميكانيك الكمي، تغيب تماماً عن كثيرين.

في الميكانيكا الحرارية، يختلف الوضع جذرياً. إن الأمر يتعلق بنموذج نظري تفسيري كامل، يمكن أن يفهمه الجميع بشكل مبسط. وليس المقصود هو تعميم نقطة محددة لنظرية معقدة، كما يمكن أن يكون الحال بالنسبة للميكانيك الكمي، مبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ، الذي يتضح حدسياً أن التوصل إلى فهمه هو نسبي. في الواقع، تم ترقيم المبادئ الأربعة من صفر إلى ثلاثة. وقد يبدو أن ذلك الترقيم ينطوي على مفارقة. إنه قد نجم عن منطق تاريخي: لقد تم تبيان

المبادئ الثلاث الأولى ورقّمت بتسلسل تاريخي من واحد إلى ثلاثة. ثم، حصل تبيان المبدأ الرابع لاحقاً، لكن بما أن المبادئ الثلاث الأخرى تستند إليه بداهة، فقد قرّر جعله في المقدمة. إنه يحمل اسماً مثيراً للفضول وهو المبدأ صفر. من جهة أخرى، وكما سنرى، فإن المبادئ الأربعة ليس لها القوة نفسها، إن المبدأين الأول والثاني يهيمنان بشكل واسع على المبدأين الآخرين، وذلك بفضل أهميتهما.

ويوضح المبدأ صفر مفهوم الحرارة التجريبية. إنه ينجم عن الملاحظات التجريبية والبسيطة ويضفي على الحرارة خاصية الانتقالية بين الأنظمة ذات التوازن الحراري. إن نظامين ذوي توازن حراري وكل منهما في توازن حراري مع نظام ثالث، بالتالي: إن الأنظمة الثلاثة هي في توازن حراري في ما بينها. إن تساوي الحرارة هو إذاً شرط التوازن الحراري. وهذا المبدأ جعل من الحرارة مقداراً فيزيائياً مستقلاً عن طبيعة النظام. ولعل هذا المبدأ يبدو مبتذلاً. لكنه يشكل تطبيقات كثيرة، وأشهرها ميزان الحرارة. إن ميزان الحرارة هو نظام فيزيائي تختلف خاصية قابليته للقياس (الارتفاع، المقاومة الكهربائية) مع الحرارة. فهو يوضع في تماس من أجل تبادل الحرارة مع النظام المراد معرفة حرارته. وعندما يبلغ النظامان التوازن الحراري، فهما آنذاك لهما الحرارة نفسها، وهي التي يعطيها ميزان الحرارة.

إن المبدأ الأول للديناميكا الحرارية يشرح بصورة عامة حفظ الطاقة. وقد وضعه كيلفن وكلاوزيوس. إن طاقة نظام مغلق هي ثابتة بحسب صياغة كلاوزيوس. وبالنسبة إلى نظام فيزيائي، فإن الانتقال بين حالتين ديناميكيتين حراريتين إلى التوازن لا يعتمد إلا على الحالة الأولية والنهائية للنظام. ولا تهم تبادلات الشغل والحرارة بين النظام والوسط الخارجي. إن الحالة النهائية لا تعتمد إلا على موازنة التبادلات المحقّقة أثناء انتقالات المرحلة. هذا التبيان هو نظير لقوانين

حفظ الطاقة في الميكانيك وفي الكهرباء الساكنة. إن النتيجة الطبيعية لتلك الخاصية، تشكل التعادل بين الحرارة والشغل، اللذين ليسا «شكلين متساويين» للطاقة وإنما «كميتين موجّهتين» من أجل تحويلها إلى نظام. وهكذا، فإن كمية طاقة منقولة إلى نظام يمكن أن تكون على شكل شغل: في هذه الحالة، يسمح تطبيق القوى على نظام بانتقال عياني للنظام. إن الشغل في الديناميكا الحرارية يحيل إلى المفهوم التقليدي للشغل في الميكانيك. على سبيل المثال، إن انضغاط حجم الغاز، أثناء عمل يقدمه الوسط إلى نظام شكلته قارورة، سيسبب تسخين القارورة. وللحصول على الحرارة نفسها، يمكن تقديم الطاقة بشكل آخر: الحرارة. إن قارورة الغاز ستشهد، في هذه الحالة، تزايد حرارتها في حجم ثابت.

أما المبدأ الثاني للديناميكا الحرارية فقد أفسح طويلاً ومازال يفسح المجال لنقاشات تتجاوز إلى حد كبير إطار الفيزياء البسيطة ليتطاول على ما وراء الطبيعة. في الواقع، إنه يشير إلى أن من المستحيل التحويل الكلي للطاقة إلى شغل، جزء يتلاشى إلزاماً كحرارة. إنه يحث على عدم التماثل بين الشغل والحرارة، بعض التحولات لا تنعكس وبخاصة بعض التحولات تحدث في اتجاه مميّز. هذا الاتجاه الطبيعي للتطور يتلاءم مع تلف تدريجي لنوعية الطاقة التي تتدهور تدريجياً إلى حرارة وتوحد. وإن مقداراً فيزيائياً يدخله المبدأ الثاني يعطي معنى التحولات: قصور الطاقة، قياس المظهر «اضطراب الطاقة». وفي نظام مغلق، يكون دائماً اختلاف القصور الحراري لجميع التحولات هو إيجابي تماماً، أي أن كل تحول يحدث في اتجاه تزايد حالة اضطراب الطاقة. وبغرض التبسيط، في نظام مغلق، «لا يمكن للاضطراب إلا أن يتزايد». وسيطرح ذلك القول طويلاً مشاكل على كثير من اختصاصيي التوازن

الحراري، لاسيما أولئك الذين يسعون إلى تطبيق الميكانيكا الحرارية على دراسة الكائن الحي، منظومة فيزيائية قادرة على توليد النظام.

إن القصور الحراري يوجد إذاً في مركز إشكالية ترتبط بجوهرها نفسه. إن صيغة المبدأ الثاني تخبرنا بتطور محتوم للكون نحو حالة قصوى من القصور الحراري. ينبغي على العالم أن يتطور إلى حساء فاتر وموحّد الخواص... إن القصور الحراري هو «ظل» الطاقة، وخلف الطاقة يوجد دائماً القصور الحراري. والقصور الحراري الملازم دائماً للطاقة، يتطفل عليها تدريجياً ليفرغها من جوهرها.

إن المبدأ الثالث والأخير الذي أوضحه نرنست يطرح مقولة أن من المستحيل بلوغ حرارة درجة الصفر المطلق. درجة الصفر تلك على سلّم كالفن تتطابق مع حوالي $273,15^{o}$– لسلمنا المئوي المعتاد. إن الحرارة تفسّر كانعكاس عياني لحالة تحريض جزيئي للمادة. كلما تزايدت الحرارة، كلما نشطت الجزيئيات، وكلما مالت إلى أن ترغب في «احتلال حيّز أكبر»، الأمر الذي يترجم عيانياً بتمدد المادة. وبالعكس، كلما انخفضت الحرارة، كلما قل نشاط الجزيئيات. لكن ذلك التعريف يستنتج عدم تماثل: توجد حالة مادة (على الأقل نظرية) عديمة النشاط، وبعدها لا يعود لمفهوم الحرارة معنى. إنها الحالة المحدودة بالثبات الكلي، الصفر المطلق. تظهر الحرارة إذاً كمقدار سلّمه غير متماثل، محدود بجانب واحد، هو جانب البرد المطلق، ومن المستحيل بلوغ الحرارة.

إننا نتحدث عن المبادئ الأربعة المؤسسة لعلم التوازن الحراري. وإلى حين حدوث التطور الحديث للديناميكا الحرارية اللاخطية، فإن تلك الصياغة كانت وراء الاستدلالات الفصامية بالنسبة إلى علماء الفيزياء الذين اهتموا عن بعد أو عن قرب بالكائن الحي. في الواقع، إن المبدأ الثاني متناقض بالنسبة لمن يريد إدخال

الحياة في حقل تفسير فيزيائي ـ كيماوي عقلي. إن خلية حية تولّد تفاعلات منظمة للغاية، تبني صروحاً كبيرة الجزيئة لتعقّد لا مثيل له، ونتيجة لذلك لابد للقصور الحراري من أن يتناقص. كيف يمكن لنظام مثل خلية حية أن يرى قصوره الحراري يتناقص وبالتالي ينتهك باهتياج المبدأ الثاني؟

لفترة طويلة، كانت العلاقات بين مبادئ الديناميكا الحرارية والكائن الحي فوضوية، وهي حتى وقت قريب، صعبة التناغم. كان الكائن الحي الاستثناء الشهير، العقبة التي كان من الخطر العكوف عليها.

وقد أصاب الفشل في ذلك بعض الفيزيائيين اللامعين مثل شرودينجر. لقد صدمه الكائن الحي إلى درجة أنه أطلق فرضية بأن الحياة كانت استثناء في الطبيعة. ولا تهم كثيراً العقلانية! لقد افترض أن الحياة حرّفت الديناميكا الحرارية ممتصة القصور الحراري السلبي:

(. . .) «ما هو إذاً ذلك الشيء الثمين الممزوج مع طعامنا، الذي ينقذنا من الموت؟ (. . .) [الكائن الحي] لا يستطيع أن يتمالك نفسه بعيداً أي أن يبقى على قيد الحياة، إلا منتزِعاً باستمرار القصور الحراري السلبي (. . .)»[3].

لقد أجبر الكائن الحي شرودينجر على الالتوائية الفكرية. إنه لم يستطع إنكار ملاحظة استثناء معروف، ولا إنكار مبدأ مؤسس في الفيزياء. لذلك فهو صنع توافقاً بين الاثنين مبتكراً مفهوماً جديداً، لكن لا طائل منه، وهو القصور الحراري السلبي.

---

(3) Erwin Schrödinger, *Qu'est-ce que la vie?* (Paris: Seuil, 1986).
(الطبعة الأصلية الفرنسية عام 1967).

هذه الاشكالية الجوهرية في علم التوازن الحراري أدركها لودفيغ بولتزمان، وهو فيزيائي مشهور، قبل شرودينجر بزمن طويل. إنه لم يتوصل إلى رسم توافق بين فهم عالم منظَّم كذاك الذي لاحظه، وبين التنبؤ بالتشوش الفوضوي إلا حينما وضع المبدأ الثاني. إن القصور الحراري للكون يتزايد، لذلك ينبغي التطور تلقائياً نحو حالة اضطراب في الحرارة المتساوية في كل اتجاهات المكان، الأمر الذي هو أيضاً مخالف للملاحظة. وهكذا، فإن لودفيغ بولتزمان أبدى ملاحظته قائلاً: «لدينا أن نختار بين نمطين من التصور. إما أن نفترض بأن العالم بأكمله في الوقت الحالي هو في حالة غير مرجّحة. أو أن نضع فرضية بأن الدهور التي تقيس فترة تلك الحالة غير المرجّحة، والمسافة من هنا إلى كوكب الشّعرى (sirius)، هي ضئيلة مقارنة بعمر الكون بأكمله. في كون كهذا، الذي هو في مجمله في توازن حراري وهو بالتالي ميت، ستوجد هنا وهناك، مناطق صغيرة نسبياً، بحجم مجرتنا، مناطق (بوسعنا أن نسميها «عالم») تنحرف بشكل مهم عن التوازن الحراري خلال أزمان قصيرة نسبياً لتلك «الدهور» من الزمن.

ومن بين تلك العوالم، توجد عوالم تكون حالاتها ذات رجحان (أي ذات قصور حراري) متزايد، بقدر وجود عوالم أخرى لحالاتها رجحان متناقص. في وسط الكون بمجموعه، لا يمكن التمييز بين اتجاهي الزمن، تماماً مثل المكان لا يوجد علو ولا انخفاض... يبدو لي أن تلك الطريقة في تأمل الأشياء هي الوحيدة التي تسمح بفهم (...) الموت الحراري لكل عالم فردي، دون التمسك بتغير وحيد الاتجاه للكون بأكمله من حالة أولية محددة نحو حالة نهائية»[4].

---

(4) Karl Popper, *La Quête inachevée. Autobiographie intellectuelle* (Paris: Calmann Levy/ Pocket, 1989),

(الطبعة الأصلية الإنجليزية عام 1974).

كان ذلك التناقض لا يمكن التساهل به بالنسبة إلى بولتزمان. إن المشكلة التي يطرحها القصور الحراري دفعته إلى وضع نظرية توفيقية بين الميكانيك النيوتيني القابل للانعكاس وبين الديناميكا الحرارية التي لا تنعكس، متخلياً عن حساب المدارات من أجل دراسة احتمالية حول مجمل الجسيمات. لقد اقترح، عام 1872، إدخال وظيفة مشابهة مجهرية بالنسبة إلى القصور الحراري. ذلك المقدار يرتبط بمواقع وسرعات جزيئات غاز، والذي يتناقص تطوره تحت تأثير الاصطدامات بين الجزيئيات أو يبقى ثابتاً. ذلك المقدار هو إذاً، بدلالة تقريبية، النظير المجهري للقصور الحراري. إن التطور الذي لا ينعكس في اتجاه مبدأ تزايد القصور الحراري الذي نلاحظه عيانياً قد لا يكون مرتبطاً إذاً إلا برؤيتنا لظاهرة تكون محدّداتها مجهرية. إن التطور العياني لنظام يتزايد قصوره الحراري بحسب المبدأ الثاني ناجم عن تعديل «تشكله» من حالة قليلة الاحتمال إلى حالة أكثر احتمالاً. إن رجحان حالة نظام على المستوى العياني مرتبط بعدد كبير نوعاً ما لحالات مجهرية تتناغم تقريباً مع الحالة العيانية. وفي النهاية، فإن لا إنعكاسية تطور الحالة العيانية يقدمها انسجام تطور الحالات المجهرية التي تكون حتميتها هي نفسها قابلة للانعكاس. إن اللاانعكاسية العيانية وقابلية الانعكاس المجهرية لم تعودا إذاً متعارضتين بالنسبة إلى بولتزمان. ومنذ ذلك الحين قدم لوشميدت وبوانكاريه عدة اعتراضات على صياغة بولتزمان. وأكثر الاعتراضات صرامة هو اعتراض هنري بوانكاريه المستند إلى تناسق المعادلة التي تسمح بقابلية انعكاس الظواهر. كان بوانكاريه يحظر حتى على تلامذته بشكل متسلط، وإن شبه رسمي، الاهتمام بأعمال بولتزمان. ونحن لن نعود مجدداً إلى تفاصيل تلك الخلافات العلمية. نحن بكل أسف، سوف نحتفظ على الصعيد الانساني بالمأساة التي عاشها بولتزمان. إن عجزه عن التوفيق في رؤية موحّدة، بين ملاحظة العالم

ومبادئ الديناميكا الحرارية كان بالنسبة إليه ألماً مبرحاً. ومن أجل فهم الاشكالية المتعذر سبرها لـ لودفيغ بولتزمان، من الضروري التذكير بأنه وهو المرهق، انتهى به الأمر إلى الانتحار. فيزيائي لامع، مولع برؤية للعالم تتفق مع الديناميكا الحرارية، كان ذلك رصيده في الموت، حيث نقشت على شاهدة قبره معادلته: $(S = K \text{ Log} W)$. وفي النهاية استطاع بريغوجين وديناميكيته الحرارية اللاخطية إخراج الكائن الحي من «الغيتو» الذي كان مسمّراً فيه والذي لم يفلح بولتزمان في تحريره.

مبادئ الديناميكا الحرارية اللاخطية: مفهوم الأنظمة التبديدية

وضع بريغوجين عام 1945، أول أسس الديناميكا الحرارية اللاخطية. وما لبث أن تبين أهمية اكتشافاته ووزن الاستنتاجات التي تتجاوز إلى حد كبير إطار الديناميكا الحرارية. إنه لم يهتم فقط بالأنظمة المحفوظة خارج التوازن، لكنه عمم منها الخاصيات. لم تعد حالة التوازن الديناميكي الحراري إلا حالة خاصة بالنظام وسط تنوع حالات هي أيضاً محتملة.

وسرعان ما فهم المعاني الضمنية لاسيما في عالم الكائن الحي عندما ذكّر مع إيزابيل ستينجرز قائلاً: «يعمل الكائن الحي بعيداً عن التوازن، في ميدان لم يعد بالإمكان أن تفسّر فيه نتائج تزايد القصور الحراري بحسب مبدأ نظام بولتزمان، إنه يعمل في ميدان تكون فيه العمليات التي تبدد الطاقة، والتي تلعب دوراً بنائياً، هي منبع النظام»[5].

(5) Prigogine and Stengers, *La Nouvelle alliance: Métamorphose de la science.*

منذ البداية، أظهر بريغوجين اهتماماً بعلم الأحياء. وسيعترف لاحقاً من جهة أخرى قائلاً: «لعل السحر الذي مارسه (...) علينا علم الأحياء هو المسؤول عن التصور الذي بموجبه وحّدنا نحن بين الحياة والتعقيد»[6].

وللمفارقة، وصفت الأنظمة التبديدية للطاقة، بمعنى التعبير الذي اصطنعه بريغوجين عام 1969، منذ أمد طويل. لكنها ظلت خاملة في ميدان الطُرَف قبل أن تنال أوراقها في النبالة مع الديناميكا الحرارية اللاخطية. وهكذا، منذ عام 1890 كان الرياضي الشهير هنري بوانكاريه قد وضع الأسس الرياضية لنظرية معادلات الديناميكا التفاضلية وأدخل مفهوم التفرّع والفوضى. وفي أقل من عشر سنوات لاحقاً أنجز هنري بينار، وكان طالباً في دار المعلمين وفيزيائياً، أول وصف لنظام تبديدي، والذي اهتم بالدوّامات الحاصلة في طبقة سائلة تخضع لمصدر حرارة. إن تلك الدوامات حفظها تاريخ العلوم باسم «دوّامات بينار». لقد وصف هنري بينار تلك الظاهرة في مقالين علميين نشرا عام 1900[7]، قبل أن تصبح موضوع أطروحته التي دافع عنها في «كوليج دو فرانس» عام 1901 وكانت بعنوان «الدوّامات الخلوية في طبقة سائلة ناشرة للحرارة عبر الحمل الحراري في نظام مستمر». فيما مضى، كانت قد ترددت بعض الملاحظات حول ظواهر قريبة وذلك في نهاية القرن التاسع عشر. لكن هنري بينار

---

(6) Grégoire Nicolis et Ilya Prigogine, *A La Rencontre du complexe*, philosophie d'aujourd'hui, ISSN 0768-0805, trad. de l'anglais sous la dir. de Jacques Chanu (Paris: Presses universitaires de France, 1992).

(7) H. Bénard: «Les Tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. Première partie: Description générale des phénomènes,» *Revue générale des sciences*, vol. 12 (1900), pp. 1261-1271, et «Les Tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. deuxième partie: Procédés mécaniques et optiques d'examen. Lois numériques des phénomènes,» *Revue générale des sciences*, vol. 12 (1900), pp. 1309-1328.

أعطى وصفاً مفصلاً بفضل دراسات حول سوائل عديدة خاضعة لنقل الحرارة وفيها تنتظم تيارات الحمل الحراري في خلايا.

كيف بدت دوّامات بينار المثيرة للفضول هذه؟ إن النظام بالغ السهولة. إنه يتعلق بطبقة رقيقة لسائل محصور بين صفيحتين معدنيتين، وسطحهما واسع جداً مقارنة بثخن الطبقة. لنفحص حالة النظام تحت مختلف الضغوط.

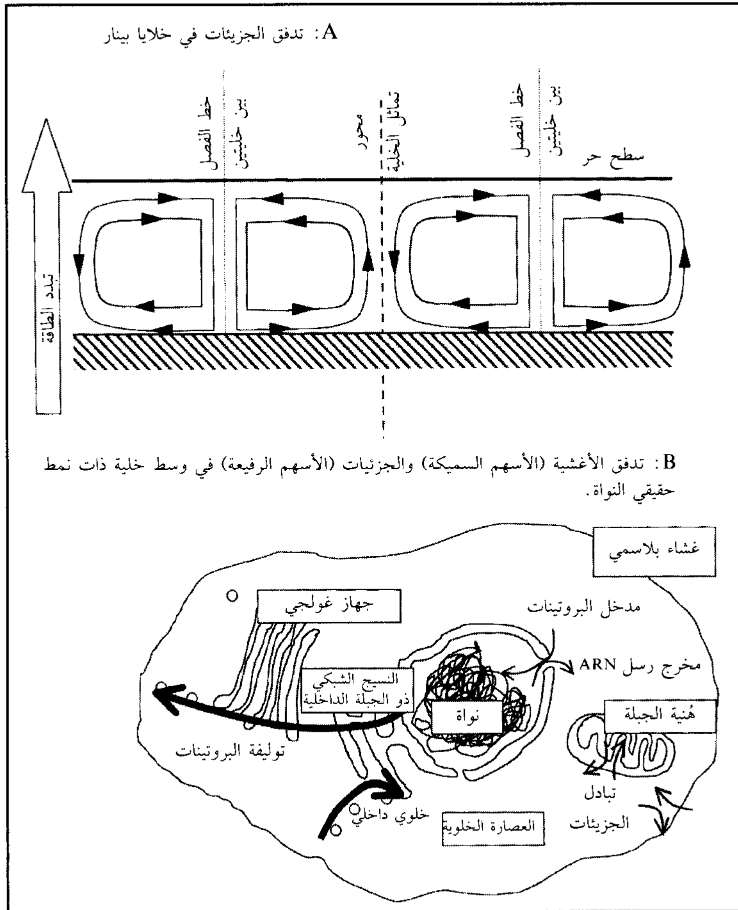
عند السكون، يتطور السائل تلقائياً نحو التجانس الجزيئي. إنه لا يوجد نظام، حيث تتحرك الجزيئات بشكل عشوائي في كل اتجاهات المكان. هذه الحالة هي حالة التوازن الديناميكي الحراري: إن الطبقة الرقيقة لها نفس حرارة الوسط الخارجي بالتماس مع السطحين الحاصرَين.

لنتمعن في تطور النظام الخاضع لضغوط ديناميكية حرارية: مثلاً، تسخن إحدى الصفيحتين المعدنيتين. إن النظام يتلقى الطاقة على شكل حرارة عبر الصفيحة السفلى.

في تلك الشروط، يخضع النظام لتيار حرارة بين الصفيحتين المعدنيتين، من الصفيحة الأكثر سخونة إلى الصفيحة الأكثر برودة. وإن لم تتعادل درجات الحرارة، فإن ذلك الضغط يحفظ النظام خارج حالة التوازن. وإن كان الضغط ضعيفاً، فإنه سوف يوجد تبدلاً متزايداً للحرارة بين الطبقتين دون تعديل تنظيم النظام. وهذه هي ظاهرة النقل الحراري التقليدي التي تسود قريباً من التوازن الديناميكي الحراري.

وبالابتعاد بشكل أقوى عن التوازن، أي بفرض اختلاف حرارة شديد بين الصفيحتين المعدنيتين، فإن النظام سيسير بشكل مختلف تماماً. إن السائل سيتحرك بحركات منتظمة في خلايا الحمل الحراري التي يرتبط حجمها بثخن الطبقة. والحركات بين الخلايا القريبة تكون

منسقة ومعكوسة. إن ظاهرة الحمل الحراري، هي أصل خلايا بينار (الشكل 5).



الشكل 5: التماثل البنيوي بين تدفق خلايا بينار والمخططات العامة للتبادلات في وسط الخلايا الأحيائية حقيقية النواة.

هذه الظاهرة هي المثال ذاته عن النظام التبديدي، أي الخاضع

لضغوطات تحفظه خارج التوازن وتتيح له تبديد الطاقة. إن خيار المصطلح التبديدي قد أدخله بنباهة بريغوجين الذي رغب في ربط فكرة النظام بالتبديد: إن تبديد المادة والطاقة، المرتبط سابقاً بمفهوم القصور الحراري (وبالتالي بتزايد الفوضى)، أصبح في ظروف عدم التوازن، هو أساس الحالات الجديدة المنظمة للمادة.

إن تبديد الطاقة ليس فاقداً للنظام ويتعارض حتى مع تزايد القصور الحراري، إن نحن قيّدنا الدراسة بالنظام التبديدي stricto sensu الاتجاه الضيق. في الواقع، إن النظام مفتوح، يستفيد من تدفق الحرارة، وإن القصور الحراري الإجمالي يتزايد بشكل جيد، وبالتالي فإن المبدأ الثاني تتم مراعاته. لكن جزءاً من تزايد القصور الحراري يحول وتستخدمه المنظومة لاستحداث النظام. لم يعد من الممكن ربط القصور الحراري باستحداث الفوضى التي أصبح مفهومها لا ينفصل عن المفهوم الجديد. من جهة أخرى، فإن ذلك الاستحداث للنظام ليس مجانياً، إن له ثمناً بالنسبة إلى النظام. إن النظام يولد من الفوضى، لقد أكد بريغوجين وستينجرز أن «السيرورة (...) ثمنها استحداث مستمر للفوضى».

وهكذا، فإن الحمل الحراري لدوامات بينار مكلف أكثر في القصور الحراري من النقل الحراري. إن الحرارة تنقل بفعالية أكثر من سطح لآخر ويستلزم الحفاظ على حالة خارج التوازن مزيداً من الحرارة للحفاظ على اختلاف الحرارة نفسه بين الصفيحتين المعدنيتين. إن استحداث النظام في منطقة محدّدة من المكان، وهو عفوي ويرتبط بقوانين المادة أو يوجهه «شيطان مجهري»، مازال يرتبط بتزايد القصور الحراري للكون.

لنفحص الآن بعض ميزات النظام التبديدي لدوّامات بينار. إن

الميزة الأولى التي نريد التأكيد عليها هي استحداث النظام بين الجزيئات عبر ترابط طويل المدى. إن كل جزيء من طبقة السائل لم يعد يتطور بحسب التفاعلات الجزيئية ذات المدى القصير جداً (لنظام أنغستروم أي $10^{-10}m$ كما في الحساء الأولي في بداية التجربة. في النظام الساكن، تتبادل الجزيئات التأثير فيما بينها بشكل عشوائي بمسارات براونيّة(*). وفي دوّامات بينار، تكتسب المادة خاصيات جديدة: إنها تنتظم انتظاماً ذاتياً لتولّد بنى معقدة سنتيمترية بفضل تفاعلات ذات مدى طويل. إنه يستحدث من العدم تعقيداً جديداً. وذلك التعقيد لا يظهر منه شيء في النموذج التقليدي لتعقيد البلور، الذي اتخذ مثالاً لفترة طويلة. في البلور، إن البنية الاجمالية للمجموع الكبير الجزيئات تعطيه الهندسة الثلاثية الأبعاد لتفاعلات على مستوى ذري. وإن رتابة انتظام البنى الذرية يتكرر على جميع المستويات ليصبح ممكن الإدراك عيانياً. بيد أن دقة النظام القائم في البلور يمكن أن يكون مثلّماً بشكل ملحوظ.

وهكذا، فإن ذرات البلور المعرّضة لتحريض، تدخل في حالة اهتزاز عشوائي واضطراب على الرغم من ضغوط البنية البلورية. وفي حالة النظام التدوّمي لدوّامات بينار، تفرض الضغوط الديناميكية الحرارية بنية تنظمها ترابطات سنتيمترية ذات مسافات طويلة جداً على أشياء صغيرة صغر ذرة: إن التفاعلات ليس لها النسق نفسه من المقدار.

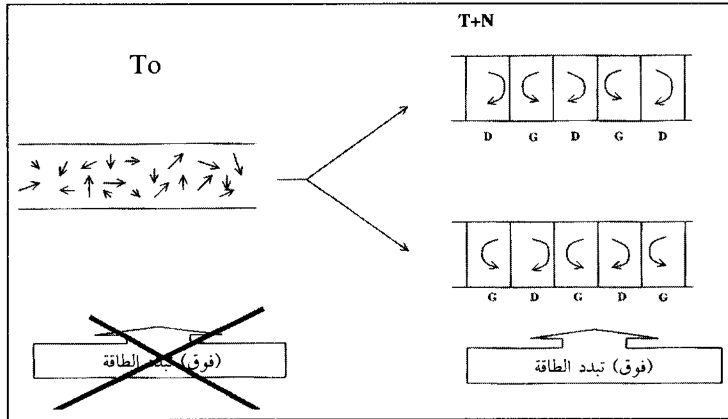
والخاصية الثانية لتلك الدّوامات هي تصدّع تماثل النظام. وتصدع التماثل هو في البداية هندسي. لنتخيل كائناً موجوداً في داخل

(*) براوني: نسبة إلى العالم براون.

نظامنا ويرغب في معرفة موضعه في المكان. في السكون، ما من طريقة لمعرفة الموضع. وبالنسبة إليه، فإن المكان موحّد الخواص في كل الاتجاهات، إن الجزيئات لها جميع المسارات العشوائية. أما بعد ظهور خلايا بينار، فقد تغير كل شيء: لقد استحدث بنى منتظمة تسمح بمعرفة الموضع بحسب اتجاه دوران الخلايا (الشكل 6). إن التحركات يمكن أن تكون آنذاك مقدرة تقديراً بالغ الدقة وذلك بحساب عدد الخلايا المجتازة خلال الانتقال. وإن تصدّع التماثل هو أحد ميزات الأنظمة الخارجة عن التوازن الديناميكي الحراري، لكن بريغوجين، يعطي بعداً أوسع وأكثر كونية. بالنسبة إليه، فإن تصدع التماثل هو خاصية الحياة، واللاتوازن، وبخاصة أنه مرتبط بقوانين المادة. وهكذا فإنه قد استعاد[8] جملة لباستور يربط فيها الحياة بنظام قادر على التمييز بين الجزيئات اللامتماثلة فيقول: «إن باستور لم يكتب: «إن الحياة كما تتجلى أمامنا ترتبط بعدم تماثل الكون ونتيجة لهذا الحدث».

والنتيجة المستخلصة من ذلك ميتافيزيقية: إن خاصيات أنظمة خارج التوازن (منها الأنظمة الأحيائية الحية) مدرجة في القوانين الأساسية للمادة.

(8) Ilya Prigogine, *Les Lois du chaos*, nouvelle bibliothèque scientifique (Paris: Flammarion, 1994).

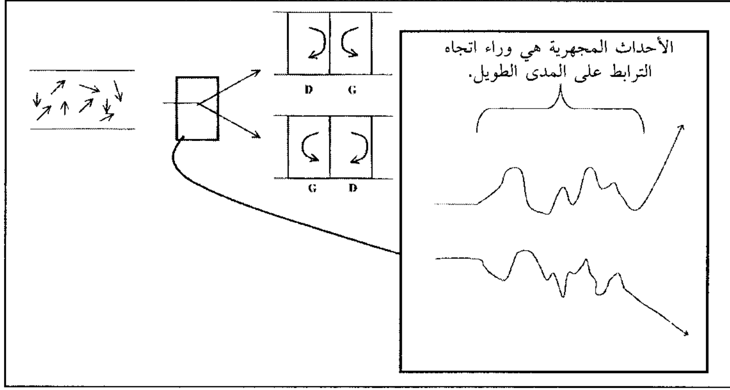


الشكل 6: دوامات بينار، من استحداث النظام إلى تكون فتات التماثل: استحداث سهم الزمن كما جاء في كتاب: (Grégoire Nicolis et Ilya Prigogine, *A La Rencontre du complexe* (Paris: Presses universitaires de France, 1996)).

في زمن (To)، للجزيئات الموجودة بين الصفيحتين المعدنيتين حركات فوضوية تسمى الحركات البراونية المرتبطة بتحرك جزيئي عشوائي. في زمن (T+N)، يحول تدفق الطاقة النظام إلى نظام تبديدي في داخله يستحدث النظام. إن حركات الجزيئات هي آنذاك متناسقة بترابط طويل المدى ينتهي إلى تشكيل «خلايا». كل خلية تنفصل عن الأخرى بحركات حمليّة لجزيئات ذات اتجاه معاكس. بحيث أنه انطلاقاً من نظام، سيكون من الممكن وجود حالتين متميزتين وبالتبادل حصريتين لنظام مرتبط بتاريخه: حالة فيها تعاقب اتجاهات الدوران يمكن أن يكون D/G/D/G، والحالة الثانية G/D/G/D.

وآخر خاصية لتلك الدوامات التبديدية التي نريد التأكيد عليها هي ظهور نقاط تفرّع في التطور الذي يوجّه الخيارات المتعددة. إن ظهور خلايا بينار يمكن استحداثه من جديد تماماً انطلاقاً من الشروط الأولية المقنّنة: إن الظاهرة تخضع إذاً لقانون حتمي صارم يحدد ضغوط الحرارة التي تظهر معها الخلايا. لكن يبدو أن ثابتة التجربة لا يمكن ضبطها تماماً. إنها تفلت من كل قانون على الرغم

من الاهتمام المنصب على ضبط الثوابت الأولية للتجربة. تلك الثابتة هي اتجاه دوران الخلايا. وكما سبق أن قلنا، فإن للخلايا اتجاه دوران محدّد يتناوب بحيث يشكل سلسلة خلايا تدور بالتناوب إلى اليمين وإلى اليسار. من الواضح، أنه تحت تأثير ضغوطات ديناميكية حرارية مماثلة، فإن النظام يمكن أن يتكيف ليولد عدة حالات أو أيضاً عدة حلول ممكنة، وسيكون تتمة مجموع الخلايا إما من نمط يمين/ يسار/ يمين/ يسار، أو من نمط يسار/ يمين/ يسار/ يمين. إن الخيار بين تلك الحلول هو عشوائي تماماً، ولا يمكن التنبؤ به. إنه فوضوي، في الاتجاه الذي تحدده فيه تبدلات مجهرية عشوائية لحالة النظام مدخلة باتجاه التيار تبدلات عيانية عن بعد أثناء ترتيب النظام (الشكل 7). لكن سبب عدم إمكانية التنبؤ تلك لا تندرج في الجهل العارض لثوابت النظام الذي يمكن أن يتم تلافيه حتى النهاية بواسطة معرفة أفضل للحالة الأولية. لا! إن تلك الميزة مرتبطة بالنظام الذي يمر تطوره نحو عدة أنظمة ثابتة بنقاط تفرع. في نموذجنا، إن الانتقال نحو دوّامات يتم بحسب حلّين (يمين/ يسار/ يمين/ يسار أو يسار/ يمين/ يسار/ يمين) بعد الانتقال من نقطة التفرع. وعلى مقربة من نقطة الانتقال، على النظام أن ينجز خياراً بارزاً بين الحلّين. والصدفة هي وحدها التي توجه الخيارات: إن النظام يتقلب حول حلّه الأوحد، ثم يميل نحو أحد الحلول بعد أن يجتاز نقطة التفرع، تحرضه ذبذبات مجهرية والتي إذ تتضخم فإنها تولد تعديلات عيانية ملاحظة.



الشكل 7: نقطة التفرع: دور الوقائع المجهرية في توجيه سهم الزمن في نظام فوضوي.

إن بريغوجين ونيكوليس، أعطيا من ذلك صيغة حدسية أدبية فقالا: «يتفحص النظام «الميدان»، ويقوم ببعض المحاولات، قد تكون غير مثمرة في البداية، لتترك العنان لتقلبات خاصة»[9]. ذلك التفرد يدفع إلى نتيجة بارزة: إن النظام يكتسب بعداً تاريخياً. وإن اجتياز نقطة تفرع طوبولوجية يحدث تصدعاً في التماثل الزمني بين السابق واللاحق. إن نقطة التفرع هي وراء تاريخية النظام الذي يصبح سهمه الزمني موجّهاً فجأة. لم يعد النظام متماثلاً وهو يتمتع بتاريخ تحدده الحلول التي يختارها النظام. إن التطور اللاحق للنظام سيعتمد على خيارات يتم «البت بأمرها» عند نقطة التفرع.

إن تلك الميزات الثلاث لخلايا بينار، أثبتتها جميع الأنظمة التبديدية: الترابط على المدى الطويل، وتصدع التماثل، والخيار المتعدد.

(9) Nicolis et Prigogine, *A La Rencontre du complexe.*

إن تعقيد خلايا بينار يمكن أن يحمل على الابتسام. يبدو التعقيد الذي تبلغه تلك الأنظمة بسيطاً كثيراً بالنسبة إلى التعقيد الهائل لأبسط الخلايا الحية (الشكل 5). ويبقى أن تلك الأنظمة التبديدية لا غنى عنها للتوصل إلى فهم الأنظمة الخلوية الفائقة التعقيد. في الواقع، إن تلك المفاهيم الأساسية التي اكتشفها بريغوجين تسمح بفهم الصفات الأساسية للأنظمة الحية والآليات التي توجّه ظهورها.

الفصل الرابع

الكائن الحي، نموذج الأنظمة التبديدية

غالباً ما يتّخذ بريغوجين الكائن الحي نموذجاً لإثبات تعددية تطبيقات الديناميكيا الحرارية في عدم التوازن (علم الأحياء، علم الاجتماع، علم الظواهر الجوية هي تطبيقاتها الأكثر تعرضاً للنقد)[1]. لكن أهمية بريغوجين بالنسبة إلى الكائن الحي كانت فائقة. لقد كان وصفه بمثابة نقطة انطلاق إلى رؤية جديدة في علم الأحياء. وكان بمقدوره أخيراً أن يحقق نهائياً إسقاط مذهب الحيوية[*]. إنه إذاً فيزيائيّ قلب خلسةً علم أحياء نهاية القرن العشرين. وبفضله، يستطيع علم الأحياء الحديث التحرر والتأكد في عالم العلوم. لم يعد على علم الأحياء الرجوع إلى بضع قوى حيوية لإعطاء نموذج توضيحي لظواهر يفترض وصفها له. إن الأنظمة الأحيائية لم تعد استثناء في الفيزياء الكيميائية، إنها توجهها قوانين شاملة، هي قوانين الديناميكا الحرارية في عدم التوازن. إن المادتين اللاعضوية والعضوية لم تعودا

(1) Werner Arber [et al.], *L'Homme devant l'incertain*, sous la dir. de Ilya Prigogine (Paris: O. Jacob, 2001).

(*) الحيوية: مذهب أحيائي يقر مبدأ حيوياً متميزاً عن الروح والجسم معاً تتوقف عليه الأفعال العضوية.

متعارضتين، إنهما وجهان لعالم بعينه وتعبير عن سبب بعينه، وهو قوانين الفيزياء.

إن الاختلاف الوحيد بين الخلية الحية ودوامة بينار هو مستوى التعقيد. إن الخلية الأحيائية هي نظام ما فتأ تمحيصه وتعقيده يزداد خلال أربعة ملايين عام من التطور. إن الخلية الحية هي نظام مفتوح من الوجهة الديناميكية الحرارية، يجتازه باستمرار تدفق الطاقة التي تحفظه خارج التوازن. هذا المبدأ معروف، وشعر به كلود برنارد دون أن يعطي الوصف الحديث حيث قال: «إن مبدأ الأجسام الحية ليس داخلياً: لا يمكن فصله، ولا عزله عن الشروط الجوية أو الكونية الخارجية...[(2)]». إن البكتيريات ذات التركيب الضوئي والنباتات تنال طاقتها مباشرة من الضوء الشمسي. وتلك الطاقة مخزّنة، نهاراً، على شكل جزيئات مكربنة والتي أكسدتها يمكن أن تحرر الطاقة مباشرة لتستعمل من أجل حاجات خلوية أخرى. إن الكائنات الحية الأخرى في العالم البكتيري والحيواني، ومنها الإنسان، هي طفيليات العالم النباتي الإلزامية. إن العالم الحيواني يولد ويزدهر تماماً على حساب النباتات. إن الخلية الحيوانية هي أيضاً هدف تدفق مستمر للطاقة. إنها تستخدم من أجل حاجاتها الجزيئات المكربنة التي تولدها النباتات أو حيوانات أخرى معتمدة هي ذاتها على النباتات. ومن وجهة نظر القصور الحراري، عموماً، فإن تلك تزداد بشكل جيد: إن جزءاً واحداً ينحرف عن ذلك عبر الأنظمة الخلوية لتوليد التعقيد. إن الخلية الحية هي إذاً فعلاً نظام تبديدي بحسب رأي بريغوجين.

من جهة أخرى، من الممكن في تلك الخلايا الأحيائية تحديد

---

(2) Claude Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, bibliothèque de textes scientifiques (Paris: J. Vrin, 1966). (الطبعة الأصلية عام 1878).

خاصيات الأنظمة خارج التوازن: ترابط على المدى الطويل، واختيار متعدد، وتصدع التماثل.

إن الخلية منظّمة طوبولوجياً ومعمارياً بحيث تلبي حاجاتها. والجزيئات تستجيب إذاً لمنطق تنظيم بفضل ترابطات ذات مدى كبير. إن الخلية ليست، كما رأينا سابقاً، كيساً عادياً للأنزيم تجتمع فيه الجزيئات بطريقة عشوائية تبعاً للتحرك الحراري. إن التفاعلات الأنزيمية في الخلايا موجّهة بفضل ترابطات ذات مدى طويل. والنظام الأنزيمي للسلسلة التنفسية الهُنيّة الجبلة هي مثال مدهش عن ذلك. إن هُنيّة الجِبلة هي كِنسج بين خلايا حقيقية النواة، يحدّه غشاءان ومخصّص لتوليد أساسين طاقيّين لمجمل النظام الخلوي. خلال تفاعلات الفسفتة المؤكسدة، يتخلى جزيء مؤكسد عن الكترونات ذات طاقة عالية للمجموعات الأنزيمية للسلسلة التنفسية. تلك المجموعات ذات الأنماط الثلاثة ترتبط بنظام يوافق الإلكترونات التي تتنازل تدريجياً عن طاقتها. إن الإلكترونات «تنزلق على منحدر» السلسلة التنفسية حتى يتسلمها الأوكسيجين الذي يتحول إلى ماء. إن مجمل الطاقة المحرّرة عبر الإلكترونات، المسبّبة لتعديلات تشكلية لأنزيمات السلسلة التنفسية، هي بالتالي تستخدم لتوليد منحدر البروتونات، وهو نفسه بدوره يستعمل مجدداً لتوليد الأدنزين الثلاثي الفوسفات، أساس طاقي خلوي عام. في هذا النظام لا تنزلق الإلكترونات على المنحدر صدفة، «الأعين مغمضة»، إنها تلاقي المجموعات الثلاث بطريقة منظمة، تبعاً لطاقتها، بفضل ترابطات ذات مرمى طويل.

من جهة أخرى، سيلبي النظام الخلوي طيلة حياته خيارات متعددة تبعاً لأحداث داخلية أو خارجية، تربط الخلية بطرق الاختلاف، وتقسيم الطرق الإنباتية. تلك الخيارات المتعددة تنظم مجمل حياة الخلية المنشودة باستمرار.

وهكذا، فإن نمو الخلية نفسه، في نظام مثالي كروي مع استقلال تام، لا يمكن أن يكون خطياً. إن الحجم، الوظيفة التكعيبية للشعاع، يزداد بسرعة أكبر من السطح الذي ليس هو إلا وظيفة تربيعية. وينجم عن ذلك تشوش نظام الخلية إن هي تجاوزت القطر المثالي. إن الخلية التي تكبر، أمامها خيار بين الموت أو الانقسام. والقول المأثور لفرنسوا جاكوب بأن: «حلم البكتيريا هو الانقسام لتعطي بكتيريتين»، لا يندرج فقط في منظور غائيّ لتخليد المجين. إن البكتيريا ليست متورطة وحسب في منطق إيثاري لبقاء النوع. إنها أيضاً مسألة بقاء قصير جداً قصر الانقسام. الانقسام أو الموت، هذا حلم ذو طابع تهديدي!

إن الانقسام إذاً هو بديل حيوي لكل خلية، ولأجل ذلك فإن الظواهر التي تشرف على تلك الخيارات هي ظواهر منظمة. إن تلك الخيارات المتعددة توجه فعلاً سهم زمن الحياة الخلوية. لقد بدأت آليات التنظيم لدى حقيقيات النواة تصبح معروفة جيداً. إن الأمر يتعلق بعبور، من نقاط التفرع التي تربط الخلية بطرق لا عكسية إلى وسط دورة تنسّخ تسمى الدورة الخلوية. إن تلك الدورة تنسقها تماماً آليات تنظم الدخول في دورة تنسّخية، والتقدم، والخروج عند الاقتضاء من الدورة. وتشمل تلك الدورة بشكل إلزامي مرحلة تنسّخ المجين، ثم مرحلة انفصال الخلايا إلى خليتي ـ بنات قبل العودة إلى الحالة الأساسية. إن تلك الدورة ثابتة، إنها تستلزم تنظيماً مكانياً وزمنياً معقداً ومنظماً بدقة على الخصوص. وسيكون أمراً كارثياً لخلية أن تنقسم قبل أن يتنسّخ مجينها: واحدة من الخلايا ـ البنات تستعيد المجين في حين أن الأخرى ما هي إلا كيساً فارغاً. في المحصلة، إن الخلية الأم قد تفقد جزءاً من وقتها ومصادرها الطاقية في التحضير لعملية غير مجدية بل وحتى خطرة من أجل بقائها وبقاء النوع. وعلى النحو نفسه، فإن المجين بعد تنسّخه هو مضبوط بالكامل، ومتحقّق منه، ومحلّل،

والأخطاء التي يعثر عليها سرعان ما يتم تصحيحها. تلك العملية والتي هي في الظاهر مكلفة في الوسائل، ضرورية لبقاء السلالة الخلوية. كل فساد للرسالة هو فرضياً مفجع للسلالة إن تم إلحاق تبدلات بالرسالة. إضافة إلى ذلك، كما في بناء منزل، لا يمكن بناء السقف قبل بناء الجدران. وهنا، فإن التنظيم هو أيضاً أساسي أكثر، إنه مسألة بقاء قصير الأجل جداً. لأجل ذلك، فإن التقدم في الدورة يتم بفضل انتقال حالات وحيدة الاتجاه ومضبوطة. وذلك الضبط يتم على مستوى نقاط الضبط. إن نقطة ضبط الدورة الخلوية يمكن أن تماثل نقطة تفرع خلايا بينار. وقد تم تحديد عدة نقاط ضبط. وإن نقطة «بدء» الدخول في الدورة يتطابق مع الارتباط المتعذر إصلاحه في دورة الانقسام. قبل عبورها، يمكن أن تتردد الخلية، ثم وتبعاً لتكامل رسائل عديدة قابلة للحل (هرمونات أو عوامل نمو) أو إشارات تولدها جزيئات التحام، فإن الخلية تختار السكون والانقسام. وبعد اجتياز «البدء»، «تحث» الخلية على طريق الانقسام. إن الخلية الفتيلية ستلتقي فيمابعد بنقاط ضبط تنظم الانتقالات في المراحل الأشد رهافة. ويوجد نقاط مختلفة لضبط الدورة: نقاط ضبط تنسّخ المجين، ونقاط ضبط الانقسام الخلوي. في الواقع، ما إن تحصل بعض الإشارات، حتى ينبغي أن لا يكون بمقدور الخلية العودة إلى الحالة السابقة. هنالك إتجاه سهم الزمن الخلوي، وإلا من المحتمل ظهور أشكال شذوذ كبيرة. على سبيل المثال، لا ينبغي أن يتم تنسُّخ المجين إلا مرة واحدة خلال الدورة الفتيلية وإلا قد يجد مجين الخلايا ـ البنات نفسه محلياً ممثّلاً على نحو ثانوي أو مفرط. وإن اضطرابات كتلك يمكن أن تؤدي إلى ثلاثي كاتيون جزئي أو كلي للمجين وبالتالي إلى تزايد وجود بعض المورثات. إن حدوث مثل ذلك الشذوذ يخل تماماً بتوازن التناسق الخلوي ويدفع في النهاية إلى موت الخلية التي تظهر مثل ذلك الشذوذ وأيضاً موت نسلها.

سنحاول الآن الإحاطة بالكيفية التي تستطيع فيها المعارف الحالية للأنظمة الأحيائية أن تترابط مع تعريفنا للكائن الحي.

لكن في البداية، كيف يطبّق ذلك التعريف؟ هل يظل نموذج مدرسة أم أن له منفعة كشفية ما؟ لكي يكون تعريف للحياة مفيداً، لا ينبغي أن يبقى في المجال المجرد، بل ينبغي التمكن من تطبيقه والسماح له بحل المشاكل العديدة الأخلاقية والعلمية التي سبق ذكرها. سننقل إذاً ذلك التعريف إلى «المحكّ التطبيقي للكائن الحي» عبر ثلاثة نماذج: الخلية المنعزلة في المقام الأول، ثم الفيروس وأخيراً الكائن المتعدد الخلايا.

لنتذكر أن التعريف يبقى نظاماً خلوياً أو مجموع أنظمة خلوية مصونة ذاتياً في حالة خارج التوازن الديناميكي الحراري.

الحياة في الحالة الأحادية الخلية

سنبدأ بتحليل ما يمثله مفهوم الكائن الحي بالنسبة إلى بكتيريا أو كائن حقيقي النواة أحادي الخلية. إن النظام بسيط: إنه محصور بغشاء، وفي حالة الكائن الحي، فإنه يستمد من الوسط الخارجي الطاقة اللازمة لتنظيمه وللصيانة الديناميكية الحرارية لنظام بعيد عن التوازن.

وإن حصل أن أصاب النظام ضرر لسبب فيزيائي (حرارة، تجفيف . . .إلخ) أو كيميائي (حموضة، مذوّب، . . . إلخ) فإن احتمالين يظهران: إما أن يتكيف الكائن الحي الصغير، ويحمي نفسه (تجرثم، حالة نبوتية. . .) ويصلح الخسائر متوقّياً للمستقبل، وإما أن يتلاشى. إن هذا المفهوم هام جداً من أجل الكائن الحي لأنه في صلب مفهوم الاصطفاء الطبيعي، أساس نظرية التطور. وفي غياب التكيف، فإن المجموعة الخلوية تعود آنذاك إلى التوازن الديناميكي الحراري (الموت) حتى لو دامت بنيتها الخلوية وظلت ظاهرة. إن

تغيرات الوسط القاسية تلك ليست محض تجريد، وإنما هي أمر يومي بالنسبة إلى الحياة البكتيرية، وعلى نطاق أوسع، إن تغيرات بيئوية جوهرية هي أصل انقراضات أحفورية كبيرة. وهذه هي حال البكتيريات أو الخلايا الملوّنة ثم المثبَّتة على رقاقة، والتي تمكن رؤيتها بالمجهر. إن ظلت البنية الخلوية باقية، فإن الحياة قد اختفت تماماً. إن المجين، والبروتيوم يمكن أن يبقيا حتى بعد فترة طويلة في سلالة كائننا الأحادي الخلية المتواضع. وتلك الميزات تستخدمها الشرطة العلمية في تحقيقاتها الجنائية. على الرغم من ذلك، فإن الموت المعادل للعودة إلى الاستقرار الديناميكي الحراري، هو حالة لا عكسية للنظام. ما من شيء بوسعه أن يحيي بكتيرتنا، ولا حتى إعادة حقن المجين في الهيكل الخلوي لذرية بعيدة، بعد انقضاء عدة ملايين من السنين على موتها. إن الموت سيان بالنسبة لجميع الكائنات الحية: والمقصود هو العودة غير القابلة للعكس إلى التوازن الديناميكي الحراري! بالطبع، من الممكن ألا تكون فورية، فالحالة الديناميكية الحرارية يمكن أن تتذبذب حول التوازن، «حول موت النظام». إن حالة التوازن تلعب دور الجاذب بمعنى الجاذب بالنسبة إلى نظام فوضوي: إن الكائن الحي تجذبه بلا رحمة استقرار حالة التوازن. ولا يمكن أن ننعت بالموت إلا عند العودة النهائية إلى التوازن، وليس عند العبور الوقتي للتوازن خلال التذبذبات الدورية.

إن حياة خلية مستقلة هي إذاً مفهوم في آن واحد بسيط، وقابل للقياس، وقابل للنمذجة، وقابل بالتالي للتنبؤ، لكنه أيضاً مفهوم مجرد، كينونة فيزيائية. وإن الاحتمال الحيوي لخليتنا ـ النموذج يفلت منه تماماً. إن الخلية المنعزلة في محيطها لا تستطيع التنبؤ بموتها، إنها تحاول ببساطة الحفاظ على أيضها خارج التوازن، طبقاً لبرنامجها الوراثي، دون أن تستطيع التأثير في احتمالات الوسط، وحدها قدراتها التكيفية المصطفاة عبر ملايين سنين التطور تتيح لها تحسين

بقائها. ومصيرها بسيط: إما أن تفلح حتى النهاية في الانقسام لتوليد خليتين، وإما أن تنتهي إلى الموت دون إنجاز «واجبها الأحيائي التناسلي» على حد تعبير فرانسوا جاكوب.

إن حياة أحادية الخلية هو إذاً بساطة محيّرة وحزن مأساوي. بيد أن مشاكل مقروئية تلك الحياة يمكن أن تحدث فجأة. وأولى تلك المشاكل يطرحها وجود حالات تسمى بالنباتية. ويقصد بذلك فترات في حياة أحادية الخلية (فرطيسات(*) وبكتيريا) وخلالها يتعدل أيض الخلية ليسمح ببقاء الفرد في وسط عدائي بشكل عابر أو فقير بالطعام. وتلك التعديلات تنظّم بحذر شديد وتشكل جزءاً من استراتيجيات التكيّف وبقاء النوع: لدى البكتيريات، نجد التجرثم، ولدى الفرطيسات مثل الأميبة، نجد الحالة النباتية. إن الفرد يندمج في غلاف واق، في حين أن أيضه يتكيف مع مستوى منخفض. والأمر يتعلق بالنسبة إلى كثيرين بحالة موت واضح. في الواقع، ليس في الأمر شيء من ذلك. في الحالة النباتية، يظل الفرد عائشاً، لكن في مستوى متدن، أقرب ما يكون إلى التوازن الديناميكي الحراري. لكن الحالة الديناميكية الحرارية هي دائماً خارج التوازن، وكينونة الخلية هي دائماً حاضرة. لم يعد الأمر يتعلق بموت وقتي، أو بموت واضح، وإنما يتعلق بالأحرى بتبيان القدرة الرائعة على تكيف الكائن الحي مع شروط المحيط المتطرفة. وتأتي المفارقة حينما نقارن معدل حياة بكتيريا (التي بوسعها الانقسام كل 20 دقيقة في الشروط المعيارية) بمعدل حياة بكتيريا مجرثمة (العديد من عشرينات السنين في حالة البكتيريات من نوع العصوية). إن البكتيريا تضاعف معدل حياتها على نحو رائع! ترى هل ينبغي علينا الحديث عن حياة نباتية لحالة مماثلة؟

(*) فرطيسات: رتبة من المتعضيات الوحيدة الخلية.

والمشكلة الثانية تتعلق بعناصر وراثية قابلة للمبادلة تبحر بطريقة هائمة جداً لدى البكتيريات. ومن أجل توضيح أكبر، فإن البكتيريات تبادل بشكل مستمر أجزاء صغيرة من المواد الوراثية ذات الحجم الصغير، والحلقية، وتسمى بـ البلاسميدات. إن تلك البلاسميدات تحمل مورثات كاملة مع أنظمتها التوجيهية الآلية في التنظيم. وبشكل مثير للدهشة كثيراً، فإن تلك المورثات يتم تبادلها دون مركّب في المجموعة الحيوية. وإن المشكلة تنجم عن مفهوم فردية البكتيريا نفسها، ذلك بأنها تستطيع اكتساب مورثات جارتها. لكن المشكلة ليست نظرية فقط: إن البكتيريا بوسعها اكتساب عامل مقاومة لمضاد حيوي، أو عامل فوعة الحمّة، أو عامل الالتصاق. من جهة أخرى، فإن تلك الانتقالات لا تتم فقط وسط النوع، وإنما يمكنها التجاوز إلى الأنواع المجاورة... أي أن حياة البكتيريات تربكها كثيراً تلك التحويلات الوراثية، التي هي أشبه بامتزاج مستمر. وإن حياتها لا تصبح هي نفسها قبل وبعد اكتساب عامل المقاومة للمضاد الحيوي. بيد أن حياة البكتيريات لا تغير الطبيعة مع وصول البلاسميد. إن قدرها هو دائماً قدر كائن أحادي الخلية في بنيتها ومستمرٌ خارج التوازن الديناميكي الحراري «على الصعيد الوظيفي»، أي الحي. ولا يهم الوارد الخارجي المنشأ للمواد الوراثية: إن الكينونة المقدسة للحياة، الخلية، لا تصاب في بنيتها، والحياة إذاً لا تعدّل في طبيعتها.

أي حياة للفيروس؟

تفترض دراسة الحياة التركيز على وحدة فريدة في العالم الأحيائي: الفيروس. كيف تعرّف الظواهر التي يطلقها وصول فيروس؟ أولاً ما هو الفيروس؟ يقول متعجباً أندريه لووف، الحائز على جائزة نوبل في الطب، أثناء مؤتمر دولي لعلم الفيروسات: «إن الفيروسات

هي الفيروسات!». وهكذا فإنه يبيّن تفرد تلك الأنظمة في وسط علم الأحياء، التي ليست متعضيات مجهرية، ولا متعضيات. وباحتفاظنا بالمعيارين اللذين عرضناهما: وجود بنية خلوية ووجود أيض يسمح باعتبار النظام خارج التوازن، فإن الفيروسات مبعدة نهائياً عن حقل الكائن الحي. إن الفيروسات ليست بخلايا، فلا تدخل بالتالي، بشكل أولي، في إطار الكائنات الحية مطبقاً عليها المعايير البنيوية لتعريفنا. علاوة على ذلك، فإن المقصود هو جسيمات لا تتمتع بأي أيض، الأمر الذي لا يسمح أيضاً بتقريبها من البنية التبديدية. وكان فرانسوا جاكوب من جهته قد أقصى الفيروسات لأسباب مشابهة: «(...) إن أظهرت الفيروسات بعض خاصيات المتعضية، فإنها بعيدة عن أن تمتلكها كلها. وإن فقدان الاستقلال الذاتي الذي ينجم عن ذلك يعيق اعتبارها كائنات حية»[3]. بحسب تعريفنا للكائن الحي، فإن الفيروسات بتفرداتها، لا تستطيع بالتالي الطموح إلى الدخول في نادٍ يقتصر على الكائنات الحية. إنها إذاً مستبعدَة من الحياة، وإن كانت العلاقات التي تحافظ عليها معها وثيقة جداً. مع ذلك، فإن الأمور يمكن أن تكون أكثر تعقيداً. في الواقع، إنها تشكل جسيمات تكونت من قطع سلاسل مجينية محاطة بغلاف من البروتينات القادرة على الدخول إلى الخلية لتحول الآليات الأحيائية لصالحها. تستطيع الفيروسات إذاً أن توجد بالحالتين التاليتين: إما حرة، على شكل فريون[*] معد، وإما مرتبطة بخلية خلال عدوى.

وإن العدوى الحمويّة[**] تشابه آنذاك تصادماً حقيقياً بالفيروس، ثم تشابه انتحالاً للآليات ـ الخلوية، وتلك الأفعال قادرة على النجاح

---

(3) François Jacob, *La Logique du vivant* (Paris: Gallimard, [1970]).

(*) فريون: جزيئة وبائية ناجمة عن فيروس مؤلف من حمض نووي وهيولينات.

(**) حمويّ: يتعلق بحمّة أو فيروس.

في خرق السفينة-الخلية. إن البطلين يشنّان آنذاك معركة من أجل البقاء، صامتة، لكن لا رحمة فيها. ويصبح عدد من السيناريوهات ممكناً: يظهر السيناريو الأول الفيروس وقد استولى سريعاً على الخلية ـ المضيف. إنه يتنسّخ ويقتلها بسرعة محرراً عدداً كبيراً من الفيريونات الأخرى المستعدة للهجوم على خلايا أخرى عذراء. إنها العدوى المنتجة التي تشهد انتصار القرصان. وفي السيناريو الثاني، يشرع الفيروس في التنسّخ، ثم يبقى مجمَّداً إلى مرحلة باكورية من دورته، وهي العدوى المقيّدة. والفيروس آنذاك محاط، ومحاولة الانتحال مخنوقة في مهدها. ويظهر سيناريو آخر الخلية وهي تحتفظ بضبط أيضها، وتصدّ الفيروس وتبقى سيدة الوضع، وهذه هي العدوى الناقصة التكوين. إن الآليات المنتحلة تنتصر وتبقى. وأخيراً، فإن آخر سيناريو ممكن هو سيناريو الكمون الحمويّ، حيث يعبّر الفيروس عن مورثات نوعية يحددها الكمون الذي يسمح لها بالبقاء على المدى الطويل في المضيف وسط نوع من السلام المسلّح.

إن مختلف نماذج التفاعلات بين الفيروس ومضيفه تدل على تعقيد وأقدمية علاقات الثنائي فيروس ـ ضيف.

إذاً، هل الفيروس هو في عداد الكائنات الحية أم لا؟ ما هي الألعاب الحاذقة التي تأخذه بين حياة وموت آليات يستطيع معها أن يتخذ سلوكيات مختلفة؟ في الحالة الراهنة، يبدو من المشوِّق التأمل في المسألة من زاوية النظام بدلاً من زاوية الفرد. إن الفريون المنعزل ليس كائناً حياً بالطبع. وهو المنعزل في حالة تعليق، غير قادر على الأيض، ولا على التناسل، ولا على التغذية، ولا على الحركات الموجّهة. إن الفريون موجود، دون أي أيض، في فورية محضة، مثل شيء. بالمقابل، إن نظام فريون ـ خلية مضيف يمثل نظاماً حياً يلبي معايير نموذجنا: النظام الخلوي المحفوظ خارج الحالة

الديناميكية الحرارية، مشتملاً على مجينين، مجين الخلية ومجين الفيروس.

في هذا السياق، من السهولة بمكان أن نفهم الفيروس كمجموعة مورثات منظمة بنيوياً، تنحدر في الأصل من مجين الخلية ـ الهدف، لكن سمّيته بالنسبة إلى مجموعة المورثات الخلوية استلزمت إيضاح نظام معقد من التنسّخ. تحافظ الخلية والفيروس على الأرجح على علاقات قديمة ومعقدة والتي تبدلت خلال سيرورة التطور معاً. وتمثل العدوى المنتجة مرحلة صاخبة لحياة مشتركة مضطربة، حيث تشهد المعركة تعاقب السبات النباتي والاستيقاظ الراعد.

إن تفرد الفيروسات واعتمادها الكلي على تنسخ كائن حي يجعلان منها كائنات مستقلة، إن اعتبرنا أن مشكلة أصلها، وتفردها تتحول إلى إشكالية يتعذر حلها. ولا يعقل أن نرى الفيروس كجدّ للخلية في «تطور الحياة السلالي». ينبغي بالأحرى أن ينظر إلى الفيروس على أنه توسع متنافر لمجموعة مورثات خلوية غير قادرة على ضبط قدراتها للبقاء في وسط المجين. إن المورثات الأولية الحموية المتمردة وغير القادرة على الحياة في مجموعتها المجينية الأصلية، كان لابد لها من خوض معركة ضد الآليات التوجيهية الآلية لتنظيم كينونة «المجين». وكان لابُدّ لقتال الأخوة أن يؤدي إلى انشقاق. ما من أحد يستطيع من جهة أخرى معرفة من طرد الآخر: هل الخلية أم الفيروس الأولي. لقد اكتسبت المورثة الأولية الحموية «اجتماعية المرض» استقلالها، لكن الخلية تخلصت أيضاً من مورثة أو من مجموعة مورثات مربكة جداً لتوازنها الحيوي. لكن الاستقلال الذاتي المحرّر من القيد المجيني بعيد عن أن يكون تاماً. إن المورثات الأولية الحموية لم تحضر معها مجموعة المجين الخلوي،

لانعدام المكان في «عربتها الفضائية» في الخروج واستكشاف الوسط الخارجي للخلايا، تلك العربة المسماة بالكبسيد(*) الحموي. وذلك الكبسيد، غالباً هو دمج بسيط للبروتينات، يسمح بالاحتفاظ بالمجين في الوسط الخارجي وبالالتصاق على الخلايا الهدف. إن المورثات الأولية الحمويّة، هي «مورثة ـ رائدة فضاء» حقيقية، لم تستطع أن تقلع نفسها من الخلية مع حمولة نافعة هامة. إنها تنطلق حاملة «الحد الأدنى الحيوي» من العتاد الوراثي، أي في الأغلب، بضع مورثات مرمّزة بالنسبة إلى بروتينات الكبسيد، وبضع مورثات مرمّزة لبروتينات تنظيم الدورة. وإن الفيروس مع بضعة آلاف من قواعد الحموض النووية، يفلح في استمرارية سلسلته، وهذا أمر اقتصادي بشكل كبير مقارنة بعدة ملايين من الأزواج القاعدية الضرورية لأبسط الخلايا. على الرغم من انبثاق خلية، إلا أن الفيروس لا يوجد إلا بالعلاقات الفوضوية والنزاعية التي يقيمها معها. وتلك العلاقة العرجاء والغريبة توجد مع ذلك منذ أقدم عهود التاريخ. إنها بالتالي مستقرة بما يكفي لكي يتمكن كل منهما من «البقاء». على الفيروسات والخلايا أن يتمكنا من إيجاد الفائدة لنفسيهما من خلالها. ومن المعروف، عبر أوائل القصص الطبية، أن الأمراض تلاحق دائماً البشرية. وحجج أخرى تقوم على التحليل المقارن للمجينات تشير إلى أن الفيروس والمضيف قد تطورا معاً. وهكذا فإن الفيروس والمضيف يحافظان على روابط متعددة ومتنوعة. ومع ذلك فإن دورة العدوى المنتجة، مع صدى خلوي ممرض وظهور سريري، لا تمثل إلا الجزء البارز من جبل جليد العلاقات الممكنة. وهكذا، فإن الأمراض الحموية البشرية والحيوانية، الماثلة كثيراً أمام أعيننا، لا تشكل إلا قطرة ماء في العلاقات المعقدة وما تزال غير مفهومة في العلاقات المزدوجة

(*) كبسيد: حقّة صغيرة في المادة الحية.

بين الخلايا والفيروسات. إن العديد من الفيروسات، مثل الفيروسات الرغوية، تعدي الإنسان دون أن يظهر أنها تسبب أعراضاً مرضية. من جهة أخرى، فإن بعض الفيروسات تتخذ دورات معقدة من التنسّخ، مروراً من موقع تنسّخ لدى الحشرة إلى دورة معدية لدى الإنسان. وهكذا، فإن الفيروسات المنقولة بالمفصليات تنتقل إلى الإنسان عبر البعوض، وبالعكس، فإنها لا تستطيع البقاء إلا بتلك القدرة المزدوجة في نقل العدوى إلى خلايا الحشرات والثدييات.

بشكل إجمالي، فإن الفيروس والخلية المضيف يمكن فهمهما كوجهين لنظام لابدّ له من الانقسام مادياً من أجل الاستمرار في الوجود. إن الفريون المنعزل لا يمثل إلا حالة نباتية مؤقتة بين حالتين على قيد الحياة، أي بين نقلتي عدوى خلويتين يعود خلالهما النظام إلى حالته الأصلية...

الحياة الاجتماعية: متعددات الخلايا

بقي الآن أن نفهم مسألة متعدد الخلايا، وهو النوع الذي ننتمي نحن إليه. إن الفرد لم يعد خلية وإنما عدداً وافراً من الخلايا المتعايشة بسلام بفضل تفاعلات معقدة متعددة ويكملها كل فرد. إن الحياة والموت لم يعد بالإمكان فهمهما على مستوى الفرد الخلوي وإنما على مستوى الجماعة، وحدها الكينونة الملائمة. لدى متعدد لخلايا نجد الكل معقد. والتعريف نفسه للكينونة المكانية الحية مزدوج. على سبيل المثال، كل واحد منا ليس وحده الذي يعيش في الموقع نفسه! فكل الناس يستضيفون في قناتهم الهضمية زمرة ضخمة من الكائنات الحية المجهرية الضرورية من أجل هضم سليم. وحتى يوجد عدد من البكتيريات في القناة الهضمية أكثر بعشر مرات من عدد الخلايا في الكائن الحي. وقس على ذلك بالنسبة إلى جميع

الجراثيم الرمّامة التي تستعمر الخلايا المخاطية. والبشرة هي أيضاً تغطيها مجموعة بكتيريات وتعايشها الجيد ضروري لتفادي العدوى بالجراثيم الممرضة. وقد أشار مقال علمي حديث إلى أن المجين كان قد رقّم على الأقل بأربعين مورثاً موجودين فقط لدى البكتيريات(4). الأمر الذي يوحي بأن تلك المورثات قد انتقلت إلينا عبر البكتيريات. وماذا يقال أخيراً عن الفيروسات التي نستضيفها في حالة الكمون مثل فيروسات ـ القوباء، التي ما إن تلتقي، حتى تستضاف بسخاء طيلة الحياة، وذلك غالباً في أثناء الطفولة المبكرة، والتي لا تعاود الظهور إلا في حالة ضعف جهاز المناعة؟ ومن أجل إنجاز الإحاطة بالمسألة، من الضروري إثارة الفيروسات القهقرية الملغزة داخلية المنشأ، وهي فيروسات خاملة حقيقية، والتي هي من الكسل بحيث أنها تمتزج في مجين المضيف لتتكاثر، في أماكن مختلفة، الأمر الذي له أهميته حينما تندمج في مورث هام أو تنقل سلاسل محرضة إلى مورثات غير ملائمة. وبشكل عام، إنها تؤثر كثيراً على طواعية المجين. وفي ذلك السياق، فإن مفهوم المجين الفردي هو على الأقل مفهوم غامض. ما الذي يحويه مفهوم الفرد؟ والشخص وضيوفه الملازمين له من البكتيريا؟ وفي الحياة التطبيقية، فإن إبطال عدوى شخص قبل دخوله إلى حجرة معقمة عند تطعيم نقيّ العظم ما زال يصعب كثيراً تحقيقه. إنه من المستحيل تقريباً مادياً التخلص من ضيوفه البكتيريين. ومن الناحية الطوبولوجية، فقد أصبحت الكينونة الحية آنذاك أكثر تعقيداً في تعريفها. هل بكتيريات القناة الهضمية هي في عداد فرديتنا؟ وعلى النحو نفسه، هل الفيروسات التي لا تحصى التي يستضيفها بترحاب المضيف هي في عداد الفرد؟ والإجابة أن

(4) Steven L. Salzberg, [et al.], «Microbial Genes in the Human Genome: Lateral Transfer or Gene Loss?» *Science*, vol. 292 (2001), pp. 1903-1906.

الفرد الذي يعرّف بمجينه لا يحل جميع المسائل. لأنه إن كانت البكتيريات المؤاكلة مستبعدة بوضوح بذلك التعريف، فإنه تبقى مسألة المجينات الحموية الخارجية المنشأ. نحن جميعاً ناقلون، في عدد معين من الخلايا المستودعية، لمجينات حموية كامنة. وتشكل الخلايا المكوّنة لغالبية الناس ـ إلى حد ما ـ فيسفساء. ترى هل ينبغي إقصاء تلك الخلايا من فرديتنا؟ إن مجين الأغلبية تتطفل عليه نوعاً ما سلاسل مدمجة أو يصبوغية تعقّد قراءة الكينونة. ومن البديهي أنه يجب الاحتراس من كل نزعة تخويفية، لأن المجين في أكثريته الساحقة لم يتعدّل! إن سهولة قراءة الفرد يشوشها أيضاً التقلب المؤقت. والخلايا لها فترة حياة محدودة، وتتجدد باستمرار على مرّ الزمن بإيقاع يعتمد على حالتها في التفاضل. إن الفرد لم يعد جسمياً مكوّناً من ذات الخلايا في البداية وإلى نهاية حياته (واضعين جانباً بعض النماذج الخلوية الخاصة مثل العصبون، على الرغم من أن ذلك المبدأ قد طوّر). إن ذلك التجديد المستمر هو خاصية مميزة لمتعددي الخلايا والذين عندهم الموت الخلوي مبرمج فعلاً ومضبوط وسط ظاهرة واسعة فيزيولوجية تسمى الانتحار الخلوي. إن بعض الخلايا تختفي، تموت، في حين أن البعض الآخر يتكاثر. تلك الآلية ليست فوضوية على الإطلاق، إنها موضوع ضبط صارم جداً من جانب الفرد الذي يعتمد بقاؤه على عمل كل خلية. وفي هذا القصد، تتواصل الخلايا في ما بينها، وتتبادل إشارات التكاثر، أو المفاضلة، أو الموت الخلوي المبرمج. وإن اختلال آلية تنظيم الموت تلك خطيرة جداً بالنسبة للفرد، إن ذلك بالنسبة إليه بداية سرطان...، تضحية محزنة للنجاح التطوري لتعدد الخلايا.

إذاً، أي فرد لأي حياة؟ إن نموذجنا يتأكد دائماً: لقد سبق أن رأينا أن المجين ليس الكينونة الأكثر ملائمة لتعريف الكائن الحي

(على غرار مالاحظنا بالنسبة إلى أحاديات الخلايا). إذاً ما هو الكائن الحي المتعدد الخلايا؟ إن الخبرة الحديثة للتنشيط الطبي سرعان ما تمت مواجهتها بمسألة الموت، لدى الأشخاص الناقلين لآفات دماغية متعذرة العكس. عندما يحتاج كائن بشري لإنابة عدة آلات من أجل الحياة، هل يكون فرضياً ميتاً، أم في «منطقة مشاع» بين الحياة والموت، أم أنه قد مات؟ إن المشرّع، ومن أجل تسوية المشاكل القانونية التي تنجم عن ذلك قد عرّف بالتالي معايير الموت. إنها مسألة موت دماغي، بما أن التعريف يستند إلى غياب نهائي للنشاط الدماغي تؤكده مراقبة رسم الموجات الدماغية. وإن غياب النشاط الدماغي يعني الموت وبالعكس. وعلى الرغم من كل شيء، هنالك مدة حياة قصيرة بعد الموت الشرعي. إن شخصاً في حالة موت إنباتي يبقى قادراً على البقاء حياً بمساعدة ما (على الأقل مؤقتاً). من جهة أخرى، وقبل الولادة، فنحن جميعاً كنا نعيش مؤقتاً بدون دماغ، حيث أنه يظهر متأخراً جداً أثناء تخلّق الجنين. وهل الجنين حيّ قبل تكوّن العصبية على أساس أن النشاط الدماغي يحدد قانونياً مفهوم الحياة؟ نرى هنا حدود الإجابات القانونية التي تقتصر فضلاً عن ذلك على بعض التعريفات التطبيقية دون أن ترغب في الوصول بالحجج إلى النهاية.

إن الكينونة المادية للكائن الحي هي دائماً لها الطابع الخلوي، ومن جهة أخرى فإن الحالة الديناميكية الحرارية العامة للنظام عليها دائماً البقاء خارج التوازن. لم يعد النظام شبيه بالخلية، وإنما يشبه الخلايا بمجموعها. وأيضاً، ينبغي أن يكون المجموع مندمج! إن أنت أخذت فأراً وقطعت ذيله، فإنه يبقى على قيد الحياة. لم تهدّم بنية التنظيم العام للكينونة، فمازال النظام بوسعه البقاء تماماً، دون ضرر كبير خارج التوازن الديناميكي الحراري. وإن أنت قطعت رأسه

(مع أنه يبعد بضع سنتيمترات عن الذيل)، فإنه يموت: هذا يعني أن النظام يعود سريعاً إلى التوازن الديناميكي الحراري، إن «الكينونة ـ الفأر» لم تعد تفلح في الحفاظ على شروط الحياة المقبولة بالنسبة لجميع «الكينونات ـ الخلايا». لم يعد الدماغ يتحكم بجميع الوظائف المنظمة والحركية، وبالمقابل، لم يعد ذو أوعية ويموت لنقص أوكسيجين الأنسجة. وبشكل سريع، يؤدي النزف الكارثي الذي أطلقه قطع الرأس إلى توقف جميع الوظائف الكبيرة الأخرى (الوظيفة القلبية الرئوية، والوظيفة الكلوية، والوظيفة الكبدية). إنه الموت بالنسبة للجميع: إن الفأر باعتباره كينونة شاملة يموت في الحال، يتبعه بسرعة جميع الخلايا التي تكوّنه. وحتى إن استطاعت بعض الخلايا المقاومة أن تبقى حية لبعض الوقت بعد موت الكينونة ـ الفأر، فإن مصيرها محتوم برابط الفناء الذي يربطها، كأنها عبيد لدى سيدها... من المتّفق عليه إذاً أن الموت هو العودة إلى التوازن الديناميكي الحراري للنظام. وينبغي أن يفهم النظام في تمامه. إن حيلة تقنية تقوم على أخذ بعض الخلايا وزراعتها لن يكون لها قيمة منجّية بالنسبة إلى المصير المأساوي لذلك الفأر المسكين. بيد أن الخلايا في شروط اصطناعية، من الممكن الحفاظ عليها خلال فترة قد تتجاوز كثيراً معدل الحياة الأولي للفأر...

ماذا يقال إذاً عن تلك الخلايا المزروعة: هل هي حية أم ميتة؟ ينبغي تجنب الجدل الشكلي: إن تم الحفاظ جيداً على الخلايا في الظروف الاصطناعية للحياة، فبالنسبة إلى الفأر، هو ميت... أما بالنسبة إلى الخلايا، فهل هي تستجيب تماماً لمعايير الحياة؟ إن السؤال يستحق الطرح، لأن من البديهي جداً أن شروط بقائهم هي شروط اصطناعية. وإن بقاءهم خارج التوازن الديناميكي الحراري يعتمد تماماً على التجهيزات التي تسمح باستمرار الحياة (بيئة الزراعة، الحرارة الثابتة، وفرة ثاني أوكسيد الكربون، ...إلخ). وفي

غياب اليد البشرية، فإنها العودة إلى التوازن وإلى الموت. إن الخلايا المعزولة، ليس لها أي قدرة على حفظ نفسها ذاتياً خارج التوازن وعلى تنظيم نفسها في نظام معقد تحمل مجينه (كحال نظام الفأر). وتلك الحياة لا تلبي بالتالي المعايير الطبيعية للكائن الحي. إن الخلايا المزروعة اصطناعياً لن تستطيع أبداً أن تكتسب مجدداً قدرات تكاثر نظام ـ فأر كامل ومستقل: إن الفأر هو فعلاً ميت. . .

بالنسبة إلى الإنسان، فإن نتائج ملاحظاتنا يمكن تغيير محلها. لكن بعض الملاحظات التمهيدية تفرض نفسها. في حالة الإنسان، فإن الحياة كانت دائماً مصدر استفهام ميتافيزيقي. أو بالأحرى، الموت دائماً له معنى. في الواقع، إن علم الأحياء أقفل باب النقاش حول الموت على نحو بسيط جداً. إن تعريفه الطبي التقليدي هو توقف لا رجوع فيه للوظائف الحيوية الكبرى. وبشكل أكثر بساطة، إنه عودة النظام إلى التوازن الديناميكي الحراري الذي يوجهه المبدأ الثاني: إن القصور الحراري يميل إلى الحد الأقصى، الموت. الموت؟ هذا إذاً عودة نجاح القصور الحراري. إن الحياة والموت البشريين لا يخرقان إذاً قوانين الفيزياء وبشكل أوسع لا يخرقان تعريفنا للحياة. لكن، ما يمس الإنسان هو أشد تعقيداً على الفهم بسبب مبدأ الإنسانية. وليس لأن حياتنا تخرق في بعض النقاط قوانين الفيزياء التي تديرها مثل كل حياة حيوانية ولكن لأن الانتماء إلى النوع البشري يمنعنا من أن نرى في الإنسان مجرد كومة جزيئات أفضل قليلاً أو منظمة بشكل مختلف قليلاً. والجدير بالملاحظة أن ولادة الإنسان، و«تمدينه» قد كشفت عنهما المعاملة التي أعطاها لأمواته وخاصة بواسطة القبر. وإن كان إنسان نياندرتال لم يترك آثار مدفن مثل الآثار التي تركها الإنسان العاقل، فذلك يعبر عن قفزة في ظهور الإنسان الحديث. وإن تلك البادرة ليست عديمة القيمة، إذ إن

الإنسان حينما يتمدّن، يضع بشكل واضح خطاً بين الكائن الحي والميت. وهو إذ يفعل ذلك، يطرح على نفسه بالتأكيد سؤال وضْعه ككائن حي، إنه إذاً أظهر إدراكاً لسؤال: ما هي الحياة، ودخل في ملحمة تمدينه الطويلة. ويشكل بالتالي دفن الأموات منذ فجر الإنسانية بداية تفكير الإنسان بمعنى الحياة، ومن هنا التفكير بمعنى حياة مقتضب جداً. إن المعاملة والاعتبار المرصودين للأموات هما في الواقع الاختلافات الأساسية بين الإنسانية وبقية العالم الحيواني.

إن أنتيغون، البطلة الدرامية القديمة، هي رمز الإنسانية الخاضعة للالتزام الأخلاقي للشعائر الجنائزية. لقد حرّم أبوها كريّون، ملك «طيبة» على أي شخص أن يعطي قبراً لأخويها اللذين تقاتلا منتهكين القانون. وكانت العقوبة رادعة: لقد تعفن جسديهما تحت الشمس مثل أجساد الحيوانات. وأي شخص يلمسهما يعرض نفسه للمعاملة نفسها. وقدر أنتيغون، هو إعطاء قبر لائق لأخويها، وحفظهما في حقل الإنسانية، حتى لو توجب عليها أن تدفع حياتها ثمناً لذلك. إن واقع أنتيغون «الإنساني» فرض عليها قدرها المأساوي: عليها حفظ أولئك الذين يشاطرونها الدم «في الإنسانية» عبر قبورهم. إن الموت واحترام الجسد بعد الموت هو معلومة عبر ثقافية(*) ومستمرة في تاريخ الانسانية. ولفترة طويلة إذاً، كانت المسائل المتعلقة بالحياة يلاحقها ذلك الموت الذي طاف وحصد آنذاك أعداداً وافرة من الشباب.

إن الإنسانية بعد تأسيسها كان من الممكن حتى وخلال فترة طويلة، أن «تتعيّش» حاوية بصعوبة عدة مئات ألوف من الأفراد. إن بقاء النوع كان من الممكن أن يتعرض للخطر في تلك اللحظة

(*) عبر ثقافي: ما يخص العلاقات بين ثقافات مختلفة.

الحاسمة من وجوده، وما بقي من تاريخ الأرض كان من الممكن أن يتغير تماماً. إن الإنسان العاقل ما كان ليستطيع إلا أن يبقى مستحاثّة عابرة في تاريخ سلالته المعقد والمبلبل كما كان حال إنسان نياندرتال. إن النجاح التطوري للإنسان العاقل (بالمصطلح الكمي بحجم سكانه) قد تأخر في الظهور. إن الآثار التي تركها أجدادنا توحي بأن المسائل الأخلاقية والدينية كانت تتعلق بشكل شبه حصري بنهاية الحياة وحدِّها مع الموت. تلك المسألة ما فتئت تلاحق الإنسان. وباستمرار يعود السؤال الخالد عن الحياة بعد الموت ونتيجته الطبيعية: الحياة الآخرة. مازال الإنسان يبحث عن نصيبه في الخلود، ويتوجب قبل الموت، تحمل مختلف الضغوط التي تفرضها الأديان قبل التمكن من الحصول على دفن بحسب الشعائر التي تسمح بالوصول إلى الجنة. في أوروبا، كانت «الأرض المسيحية» تقتصر على المصطفين وحدهم الذين ارتأى رجال الدين أنهم لائقون. وإلا، كانت الحفرة المشتركة «من أجل الآثمين»، وهي مرحلة تختلط فيها الأجساد على نحو دنيء قبل المطهر.

كانت المسائل تركز إذاً على تلك المرحلة الفريدة من الانتقال حياة ـ موت. كل الفرضيات كانت رائجة، من أكثرها شاعرية إلى أشدها انتهازية، وكانت الخيالات تشطح لتشرح ذلك المجهول الواسع. إن بلوغ الجنة الروحية تتالى مع الوعد بمطهر، ما زال أكثر رهبة من الجحيم بالنسبة إلى الأرواح الهالكة...

ويبدو مع تقدم العلم، لاسيما علم الأحياء الحديث، أن الأسئلة قد انعكست. فالطرف الآخر من الحياة هو الذي بالأحرى يطرح الأسئلة... وما كان يبدو في الماضي طبيعياً جداً أصبح اليوم مسألة شائكة، وحتى موضوع دراسة داعم، لكنه أيضاً خطر. مع ذلك فإن العلم يفتح اليوم آفاقاً من جهة المراحل المبكّرة للحياة، فمن

الطبيعي أن تنبثق من هنا نقاشات أخلاقية. في الواقع، إن علم الأحياء الحديث يعطي وسائل جديدة للبشرية ليس فقط من أجل ضبط الخصوبة، وإنما أيضاً من أجل تجاوز مراحل عديدة من الحمل بطفل. لقد أصبحت النقاشات أكثر فأكثر حارقة بالنسبة لمن يجرؤ على تناولها: هل الجنين كائن حي بالمعنى الكامل للكلمة؟ كيف ينظر إلى السنوات التي تفصل، بفضل التجميد، بين تلقيح الجنين وزراعته في الرحم.

إن تداخلات علم الأحياء مع الخبرة الحدسية للحياة قد أفضت إلى جدال أخلاقي خبيث بين مناصرين متطرفين وصانعي تقدم عنيد للتكنولوجيا وبين مدافعين عقلانيين عن علم ربط نهائياً باستخدام واع للتكنولوجيا الجديدة. بالطبع، يلزم رد مفهوم الحياة إلى ما هو أبعد من الحس المشترك وذلك من أجل فهم طبيعة الحياة البشرية، وأيضاً من أجل التساؤل حول ما الذي يكوّن تفرّد الانتماء إلى المجتمع الانساني. ذلك لأن أوجه التقدم الأخيرة في التقنية لا تطرح كثيراً من المشاكل على الكائن الحي الذي يرتاح لـ «الانتهاكات» الكثيرة، وإنما تطرحها على الانسان باعتباره كائناً يتمتع بالذكاء وبالمسؤولية عن أفعاله وهو مستعد للقبول، وللتسامح من أجل نفسه باعتباره كائناً ـ إنسانياً وليس مجرد شيء ـ حي. وقد أصبح بالتالي جلياً أنه حتى لو بدا أن غالبية «أخطار التكنولوجيا الحيوية» لا تهددنا مباشرة في حياتنا اليومية، فإنها توشك أن تهين الإنسانية المرتبطة ببعض الأشخاص الذين أصبحوا هدف تجارب ومن هنا إهانة الإنسانية في مجملها.

إن التعلق بالدفاع عن ذلك الكنه النظري، والتعلق بمفهوم الإنسانية ذاك ليس محض منطق فلسفي، أو تعلق غير ملائم بقيم ماضية، وإنما هو ضرورة. لقد أدت على الدوام كل ثغرة في الاعتراف بالحقوق المتعلقة بالآخر، وكل مشروع إنكار للغيرية إلى أسوأ المصائب على الإنسانية جمعاء.

الفصل الخامس

الزمن وسهمه: عنصر مؤسس للاتجاه في علم الأحياء

إن الزمن هو مسألة مركزية متواترة تجاوزت تفكير كثير من الفلاسفة. تلك المسألة هي في آن واحد إحدى المسائل الأشد تعقيداً وأكثرها سهولة على الفهم. وكان القديس أوغسطين قد كتب بخصوص الزمن قائلاً: «إن لم يسألني شخص عن الزمن، فأنا أعرفه، لكن إن سئلت عنه وأردت توضيحه، فأنا لا أعود أعرف ذلك»[1]. إن الزمن هو مفهوم الحياة اليومية، ثابتة فيزيائية، بوسع كل امرئ أن يتصوره، على الأقل قائلاً بأنه قد أصابه داء اسمه النسيان. والزمن هو أيضاً وبشكل خاص، كينونة فريدة: إنه يجري دائماً في الاتجاه نفسه، ولا يترك أحداً، إنه عام. والإفلات من الزمن هو وهم جامح ثابت في المخيلة الشعبية ثبات الرغبة في إرجاعه. وللمفارقة، فإن أداة سحرية، عارضة أفلام، لم تستطع حل المشكلة حيث أن عرض فيلم بشكل معكوس فيه من الفظاظة ما يكفي لإضحاك المشاهد عموماً. من جهة أخرى، فإن ذلك الوضع لا يشبه بالمعنى الحصري رجوع الزمن، إذ

---

(1) Saint Augustin, *Les Confessions* (Paris: Flammarion, 1993),

إن الزمن الحقيقي يواصل الجريان بلا رحمة في اتجاه صائب خلال العرض. إن الزمن لا يعدّل إذاً بكل سهولة، إنه يجري بعينه مستميتاً في الاتجاه الذي اختاره. إن الزمن المفترس يخطف جميع الناس في رقصة جهنمية، على إيقاع تدقه على نسق واحد دقّات الساعة. إن الزمن، والذي لا تحتمل سرعة جريانه، هو مع ذلك عنصر مشيّد لا غنى عنه للعالم المحيط بنا. هل نتخيل عالماً دون زمن، حيث الماضي والحاضر والمستقبل ذائبين في مزيج مؤدّ إلى الشلل، وتأخذ اللحظة بعداً خالداً؟ دون جريان للزمن، ما من مستقبل ممكن وبالتالي ما من أمل حاضر. يصعب تخيل تاريخ دون تلاحق زمني للأحداث. لكن أيضاً ما هو أقسى أن نرغب بتخيل علم أحياء لا وجود للزمن فيه. نحن باعتبارنا كائنات أحيائية، نتاج تاريخ، تاريخ يسترجعه التطور السلالي، تاريخ شجرة الحياة. وقد صرّح عالم المتحجرات الشهير تيودوسيوس دوبزانسكي قائلاً: «ما من شيء في علم الأحياء له معنى، إن لم يكن على ضوء التطور». إن ذلك التطور هو الإبنة الطبيعية للتفاعل بين الأنظمة الحيّة والزمن. إن الزمن، ثابتة علم الأحياء، يبدو مع ذلك أنه قد أصابه طويلاً إهمال عدد كبير من علماء الأحياء. بالنسبة إليهم، لا يمكن للكائن الحي أن يفهم إلا في اللحظة التي يفحص فيها. لكن، الكائن الحي ليس نتاجاً وحيداً لتاريخه الشخصي، ولتاريخه الأونطولوجي. وهو أيضاً، وقبل كل شيء، تعبير عن «مستوى» محّصته مليارات من سنوات الاصطفاء. في هذا المعنى إنه نتاج تاريخ نوعه وبشكل أوسع هو نتاج التاريخ، أو بالأحرى نتاج أوديسة الكائن الحي. وعدم إدخاله في انعكاسه سيكون خطأً جسيماً. وذلك الخطأ، إن عدنا إلى مقارنة السيارة، قد يتوضح بالرغبة في مقارنة بنية ووظيفة السيارات في بداية القرن العشرين بالسيارات الحديثة. وتلك السيارات على الرغم من تقاربها العميق، إلا أنها قد تغيرت تغيراً كبيراً. إن الرغبة في وضع

السيارات على الصعيد نفسه لمقارنتها قد لا يكون له أي معنى.

هم الفيزيائيون بالطبع الذين استأنفوا دراسة الزمن، قبل أن يدمج تماماً في البعد الحقيقي الذي عاد إليه في علم الأحياء.

لقد كان فهم آليات سير الزمن في اتجاه وحيد، بمقياسنا في تكامل العالم، مصدر صعوبات لفترة طويلة. إن نجاحات علم الفيزياء الميكانيكي النيوتيني فرضت في الواقع الزمن بوصفه قابلاً للانعكاس وتماثلياً في معادلاته. كان الحاضر والماضي والمستقبل إذاً متماثلين. إن الزمن الجاري نحو الماضي، كان هو نفسه، بتماثل ذلك الزمن الذي جرى في الاتجاه الآخر. ويبدو حتى أن ذلك النموذج الذي ينطبق كثيراً على أنظمة ميكانيكية، أنه يقدم حدوداً في أنظمة أكثر تعقيداً كتيمة على المعكوسية. وهكذا، كيف نفهم أن بعض الأنظمة البسيطة قد تطورت برتابة محيّرة؟ لماذا يذوب السكر دوماً في فنجان القهوة، في حين أن من المستحيل رؤية العكس يحدث؟ ولماذا سقوط فنجان على الأرض يؤدي دوماً إلى تحطمه في حين أن العكس لا يحصل مطلقاً؟ إن رؤية فنجان يتكون مجدداً انطلاقاً من قطَع هو أمر لا يمكن تصوره بالنسبة إلى غالبية الناس. إن الزمن الثابتة القابل للانعكاس بالنسبة إلى نيوتن في القرن الثامن عشر لم يعد موجوداً بالنسبة إلى فيزيائيي الديناميكية الحرارية في القرن التاسع عشر. كيف نحلل جريان الزمن في اتجاه وحيد؟ إن الزمن يتبع اتجاهاً وحيداً ويتعذر مسّه. ومفهوم «سهم الزمن» ينبثق آنئذ. ما هي المفاهيم التي تختبئ خلف ذلك المصطلح الجديد؟

إنهم الديناميكيون الحراريون الذين هم أوائل من سيواجهون بانبثاق ذلك التصور الجديد لسهم الزمن. إنهم هم أيضاً سيجلبون التفسير الذي يسمى بالقصور الحراري. إن لودفيغ بولتزمان قد عانى كثيراً من غموض عالم هو في آن واحد قابل للانعكاس في تفسيره

الميكانيكي وغير قابل للانعكاس في تفسيره الديناميكي الحراري. وبحسب تصور بولتزمان، فإن تلك اللاعكوسية العيانية ما هي إلا وهم نحن ضحاياه. إن التناول الإحصائي يشوّه صفات المادة القابلة للانعكاس الحقيقية، وذلك لكي نوضحها كصفات قابلة للانعكاس. إن العالم الحقيقي والتناول الإحصائي العياني يختلفان.

وذلك التصور حسّنه لاحقاً فيزيائيون آخرون. إنه بلا منازع إيليا بريغوجين الذي قدم رؤية جديدة تماماً لسير الزمن الغير قابل للانعكاس. بالنسبة إليه، فإن اقتراح معكوسية الزمن على النطاق المجهري المسبّب لوهم اللاعكوسية العيانية هو شيء مقلوب. إنه يرى أن اللاعكوسية راسخة في جميع مستويات المادة. يجب قلب الحجج فيقول: «يوجد سهم زمن، لكن المستوى المجهري يحدث التوهم بعدم وجوده»[2]. وفي هذا السياق، فإن كل شيء له قصة في التوازن الحراري، وحتى فنجان القهوة. إن الجزيئات تتبادل التأثير فيما بينها ومساراتها الفردية هي بالتالي مرتبطة بتاريخ معقد من التصادمات المكرّرة. ذلك التاريخ ينبثق عن مفهوم الأحداث الذي يبرز تسلسلها الزمني. على المستوى الجزيئي، فإن الحدث الهام هو التصادم مع جزيء آخر. إن أصغر حدث، مهما كان غير ملحوظ، له أهميته الذاتية، حيث أنه يوجه بطريقة لا تعكس تاريخ النظام. إن نظرية الشواش تعلمنا أن اختلافاً بسيطاً جداً في شروط النظام في البداية يمكن أن يضخّم ليعطي ظاهرتين متباعدتين تماماً في الحدوث. لقد أصبح فكرةً عامةً القول بأن حركةً خفيفة مثل خفقة جناح فراشة في مكان ما من الأرض يمكن أن تكون سبب إعصار في الجهة المقابلة

---

(2) Ilya Prigogine and Isabelle Stengers, *Entre le temps et l'éternité* ([Paris]: Flammarion, 1992).

(الطبعة الأصلية عام 1988).

من الكرة الأرضية وذلك بحسب إذعان بسيط لقوانين نظرية الشواش. إن كل حدث يخلق فتات تماثل بين السابق واللاحق. وفتات التماثل ذاك حاضر في جميع مستويات المادة: من جزيئات ماء فنجان قهوة التي لها تاريخ مرتبط بالتصادمات، تلك التي تعدّل باستمرار مساراتها، وحتى الظواهر الأرصادية. في فنجاننا، بوسع جزيئين في الأصل قريبين جداً أن يتباعدا سريعاً، أحدهما موجود بالقرب من السطح، والذي بعد القذف في الجوّ على شكل بخار يمكن أن يدغدغ أنوفنا، في حين ينتهي الأمر بالآخر إلى قاع الفنجان ليبتلع إلى المعدة! إن «المصير الجزيئي» لهذين الشيئين المجهريين متباعد تباعداً جذرياً! عالم يفصلهما عند الحدوث في حين أن ما من شيء يوحدهما في البداية. لكن ذلك المبدأ لا ينطبق فقط على الجزيئات. إن تاريخنا يعتمد على أحداث لا يمكن ضبطها مترابطة بشكل نهائي. إن المثال الأشد وضوحاً والذي تمكن ملاحظته يومياً هو مثال باص يمر كل عشر دقائق ويفوّت لعدة ثوان. هذا الفوات لعدة ثوان قليلة يمكن أن يترابط مع فوات انطلاق قطار لا يمر إلا بعد ساعات طويلة، للانتهاء إلى البقاء مسمراً إلى الأرض في المطار من أجل رحلة جوية ليست يومية. إن بضع ثوان في الانطلاق تتحكم في تأخر نهار في الوصول... والفنادق الموجودة بالقرب من المطارات الكبرى تعيش من ذلك التدفق الفوضوي لمسافرين ينتظرون الطائرة التي ستقلّهم. إلى جانب ذلك المظهر الطريف، يمكن لتلك الثواني أن تكون مشؤومة بالنسبة إلى موعد هام أو مميت، إن سقطت طائرة في اليوم التالي في البحر! في كل كارثة جوية يوجد ضحايا ختم قدرهم ببضع ثوان اصطنعت فتات تماثل. إن قوانين الشواش تفرض خيارات تكون أحياناً مأسوية. إن حياتنا، في حتميتها اليومية، تتبع إذاً قانوناً فوضوياً! والمصطلح الفوضوي لا يؤخذ بالحس العادي، وإنما بحس نظام فيزيائي كل حدث فيه هو محدث للاتجاه، وذاك الاتجاه يربط كل ثانية

بالسهم المتماسك والعام للزمن. ويستشهد بريغوجين بمثال الفارس الذي يفقد حصانه مسماراً تحت الحافر، إنه فقدان يسبب فقدان الحديد، مما يشل حركة الفارس الحامل لرسالة لا غنى عها لتحقيق النصر في المعركة التي تتحكم لاحقاً ببقاء امبراطورية. لقد استنتج بريغوجين إذاً ترابطاً منطقياً جديداً في جريان الزمن الذي هو بالطبع غير قابل للانعكاس في كل المستويات. إن تلك الحكاية الصغيرة تذكرنا تماماً إلى أي حدّ اتجاه التاريخ يمكن أن يكون سبب تفرعات مرتبطة بعناصر تافهة في البداية. ويشبه كثيراً ما تقدم ذلك المثال الأثير لدى عالم الأرصاد عن خفقة جناح الفراشة بأنه في أساس أشد الأعاصير هولاً في النظام الجوّي الفوضوي. إن التاريخ البشري يتصل أيضاً بقوانين نظام فوضوي. وإن صورة تاريخ أوروبا في القرن العشرين لهذا السبب نموذجية. لنعد إلى ربيع عام، 1914، وبتحديد أكثر إلى يوم 28 حزيران/ يونيو. كان النهار حارّاً في سارايیفو، إنها بداية الصيف. بدأت الشمس تذيب الثلوج على القمم المحيطة والمدينة تستفيق من شتاء قاس. ووضع عدد من التجار مناضد بضائعهم في الأزقة الصغيرة في الأحياء المسلمة وكان الهياج قوياً. في الواقع، كان ذلك اليوم يوماً خاصاً: إن البوسنة ألحقت بالإمبراطورية النمساوية المجرية منذ عام 1878 وجعلتها مقر إدارتها، وهي اليوم هدف زيارة إمبراطورية. والأرشيدوق فرانسوا فرديناند، الأمير الوريث للعرش هو في زيارة رسمية إلى سارايیفو. هل كان الحدث عادياً؟ أبداً على الإطلاق. في ذلك اليوم، قرر متطرفون قوميون صرب من الوسط الجامعي اغتيال الأرشيدوق فرانسوا فرديناند. واختير شاب ذو آراء مثالية متحمّس، عمره تسعة عشر عاماً لتنفيذ الفعل. اسمه غافريلو برنزيب. كان عليه إطلاق رصاصات هوى على إثرها الأرشيدوق وهوَت أوروبا كلها على إثره. لنحاول تخيل ما قد جرى في تلك اللحظات الدقيقة. جمهور محتشد على الطريق، موكب رسمي يضم

عدة مركبات تجرها خيول، حراس، طالب شاب مسلح بمسدس بسيط يطلق النار من مسافة بالكاد تصل إلى 10 أمتار ورجل يهوي صريعاً. كيف نتخيل عدد العوامل التي كان من الممكن أن تؤثر على الاعتداء: موكب ينحرف في آخر لحظة، سلاح مسدّد قبل الأوان وينتزعه حراس الإمبراطورية، وابل مطر كان من الممكن إجبار الأمير على السفر في عربة مغلقة، رصاصة تستعصي على الانطلاق، إصبع على الزناد متوترة بشكل مفرط فتحرف فوهة المسدس. وينقلب مجرى التاريخ رأساً على عقب. لكن في ذلك اليوم كل شيء نجح. كان الطقس حاراً في ساراييفو وقد قدّم الأمير فرانسوا فرديناند صدره بفخر لمطلق النار المنعزل. إنه زائر أجنبي مثالي! والرمز فذّ وفريد. لو أنها فقط أمطرت في يوم 28 من حزيران/ يونيو في ساراييفو! تلك الإصبع على الزناد التي ستخط حركة بعدها بالكاد مليمتر ستكون سبب أكبر بلاء في تاريخ أوروبا، وتجرَّ القرن العشرين إلى دوامة من الأمور المرعبة والمجازر. طلقات النار دوّت بخشونة في بداية الصيف، لكن ضربات التاريخ الصماء رنّت بعذاب العواصم الأوروبية. بعد الاغتيال مباشرة، كانت الاغتيالات هي الأقوى في العواصم الكبرى التي لم تكن بحاجة لما حصل لكي تتجابه. إنذارات أخيرة مهددة، ومنطق التحالفات لعب حتى النهاية وأعلنت الحرب بشكل محتم في 3 آب/ أغسطس بين فرنسا وألمانيا. وسيأتي بعد انطلاق «الزهرة في فوهة البندقية»، وبعد «موعد بعد خمسة عشر يوماً في برلين» وحل منطقة «الشمبانيا»، وقساوة الشتاء في منطقة «الأردين»، والمعدلات الجهنمية للمدفعية، والتعريض للغاز للمرة الأولى على نطاق واسع وملايين الأموات في المعارك الكبرى من «المارن» إلى «فردان» حيث بطولة أجيال بأكملها تهاوت في أمواج الحرب العالمية الأولى. لكن التاريخ أطلق، واستحدث فتات التماثل. إنه لا يتوقف في الطريق الصحيح: لقد تحقق التفرّع، والعودة إلى الوراء باتت مستحيلة. وتقطعت

الإمبراطوريات، وسقطت روسيا القيصرية وثورة من نمط جديد ولّدت نظاماً شمولياً قائماً على طوباوية شيوعية ستخطف في ذهانها الهذياني ملايين الضحايا. وأكثر من ذلك، أن نهاية الحرب قد حملت في حد ذاتها بذرة الحرب العالمية الثانية. وغذّى تفرع ثان تم التفاوض عليه بشكل سيء ومعاهدة فرساي، أربع سنوات من وجع أنجب «أمراً مفروضاً» لم تستطع حكومة فايمار الألمانية الشفاء منه. وانتقلت أوروبا بين الحربين، وهي ابنة سلام غير متكافئ، بعد خمسة عشر عاماً، إلى أيدي الفاشية وأعاد التاريخ نفسه. وشهدت «آخر الحروب» بلوغ أوج آخر اتقان للدناءة البشرية مع الفظاعة النازية التي تلازم ذكرياتها إلى الأبد الأنقاض البغيضة لمعسكرات الإبادة. كل شيء أنجز وسط تفجر عظيم في كل الاتجاهات التي باقتها الحزينة تسمى «ناغازاكي». ولم تتم العودة إلى «الحالة الأولية»، إلى أوروبا الموحدة ثانية والهادئة إلا مع سقوط جدار برلين في 3 تشرين الأول/أكتوبر عام 1989، بعد مرور خمس وسبعين عاماً على انطلاق رصاص الشاب برنزيب في ساراييفو. تلك السبابة المتشنّجة على الزناد، تلك الذراع الممدودة نحو الأرشيدوق فرانسوا فرديناند، تلك الحركة الصغيرة جداً التي أطلقت ذلك الشلال من الأحداث، كل تاريخ القرن العشرين يرجع إليها. تلك الحركة صغيرة جداً وتافهة لكنها موجّهة بيأس في اتجاه الموت الذي سيحصد مستقبل مئات ملايين أخرى. أجل، إن تاريخ تلك الأمواج البشرية الموعودة بالموت كان من الممكن أن يكون مختلفاً لو أن تلك السبّابة لم تضغط على ذلك الزناد في تلك اللحظة المحددة، لوأن تلك الإصبع الممدودة لم يكن لها معنى، لما كانت أوجدت ذلك الشقّ بين السابق واللاحق والذي عملت أوروبا طويلاً لتبرأ منه. إن تاريخنا إذاً معلّق بأحداث صغيرة جداً والتي تأثيرها يمكن أن يتضخم بإفراط في النظام الفوضوي الذي نعيش فيه. لو كان مازال هناك حاجة للاقتناع بأن قوانين الشواش تحدد حياتنا اليومية، فينبغي

إذاً التذكير بالقصة المدهشة لهنري دونان المعروف بتأسيسه للصليب الأحمر. لم يكن هناك شيء يبدو أنه يهيئ رجل الأعمال ابن مدينة جنيف ذاك لذلك المشروع. لقد سافر إلى الجزائر ليكوّن ثروة، فالإدارة الاستعمارية النيّقة جرجرت الأقدام لتلبية طلباتها في الامتيازات. وعلى الرغم من سوء النية الإدارية، فقد قرر الحصول على لقاء مباشرة مع نابليون الثالث في باريس. لسوء الحظ، فإن ذاك الأخير سافر إلى إيطاليا ليقود إحدى حملاته المجيدة. ويقرر هنري دونان آنذاك اللحاق به ليدافع عن قضيته بأسرع وقت. لكنه لم يصل أبداً إلى الامبراطور. وفي طريقه، يمر بمدينة سولفيرينو في 25 حزيران/ يونيو عام 1859، غداة المعركة المشهودة حيث انهار أكثر من أربعين ألف جريح من كلا المعسكرين ليتركوا في أشد العوز والفاقة مع نتانة الأجساد المتحللة التي تشويها حرارة ذلك النهار الصيفي. كان المشهد من الرعب بحيث أن دونان قرر، وقد تأثر إلى الأبد بالفظائع التي لقيها، أن يكرس ما تبقى من حياته للدفاع عن ضحايا المعارك. وقد ساءه أن يشهد مصير ضحايا معارك سولفيرينو، قرر تأسيس منظمة الصليب الأحمر الدولية المكلفة بتحسين مصير الجرحى. وبعد مساومات قاسية، لكن بعد أقل من خمس سنوات على معركة سولفيرينو الفظيعة، وفي 22 آب/ أغسطس عام 1864 تم توقيع اتفاقية جنيف الأولى من أجل تحسين مصير الجرحى. وأطلقت آنذاك عملية طويلة للاعتراف بالحيادية نحو الجرحى والعاملين المكلفين بتقديم المساعدة لهم. إن الجندي الجريح لم يعد مقاتلاً، ولا عدواً، وإنما جريحاً يحمي وضعه القانون الدولي. إن هنري دونان الذي وعده القدر بأكبر الثروات، أصبح بسبب لقائه الفجائي مع بؤس ساحة المعركة، مؤسس أول منظمة إنسانية غير حكومية في العصر الحديث ويموت منفرداً في أشد حالات الفقر. إن حدثاً بسيطاً من «آلية الشواش» تقود أحياناً إلى أقدار لا يمكن تصورها.

لا توجد لسوء الحظ نظرية فيزيائية وحيدة وموحّدة للزمن. ومع ذلك يبدو أن وجود سهم زمن كوني أمر مقبول لدى غالبية الفيزيائيين. هل ينبغي الكلام عن سهم أو عن عدة سهيمات؟ الأمر يتعلق على الأرجح بمناقشات فارغة. نحن سنعتبر هنا بأنه على النطاق الذي تحدث فيه الظواهر التي تهمنا، لا يمكن اعتبار الزمن إلا مرتبطاً بسهمه.

على نطاق الكائن الحي، فإن الزمن الفيزيائي لا يفصل عن مفهوم التاريخ. ذلك التاريخ هو تاريخ كل واحد منا والذي يجعل من حاضرنا مترابطاً. إن سهم الزمن والكائن الحي لا يفصلان. وهذا ما قاله هنري برغسون: «في كل مكان حيث يعيش شيء ما، يوجد مكان ما مفتوح، سجل يسجل فيه الزمن»[3]، وما ذكّر به فرانسوا جاكوب بأسلوب أكثر حداثة قائلاً: «نجد سهم الزمن عبر العالم الحي كله، الذي هو نتاج تطور في الزمن (...) إن سهم الزمن، الضروري هناك حيث توجد حياة، هو جزء اليوم من تصورنا للعالم. إنها خصوصية علم الأحياء التي دمغته تقريباً»[4].

وهكذا فإن الزمن، بالنسبة إلى علم الأحياء، تاريخ طويل يحمل انسجام ظهور الإنسان وسط طبيعة شهدت تطور وتبادل تأثير عدد كبير من الأنواع الأحيائية منذ ظهور الحياة، قبل أكثر من ثلاثة مليارات عام. ذلك التاريخ يحمل اسم التاريخ الطبيعي. سيكون بوسعنا الآن أن نحاول توضيح الروابط المعقدة التي ترسخ بعمق الزمن والأنظمة البيولوجية الحية وسط ذلك التاريخ الطبيعي.

---

(3) Henri Bergson, *L'Evolution créative* (Paris: Presses universitaires de france, 1996).

(الطبعة الأصلية عام 1941).

(4) François Jacob, *La Logique du vivant* (Paris: Gallimard, 1970).

إن الاختلافات التي فصلت لفترة طويلة بين علماء الأحياء والفيزيائيين تتوقف على طبيعة تصورهم للزمن نفسها، كما يذكّر بذلك فرانسوا جاكوب: «إن الأجساد الفاقدة للحياة لا تعتمد على الزمن. إن الأجساد الحية مرتبطة به بلا انفكاك. فعندها لا تستطيع أي بنية الانفكاك عن التاريخ»(5). تلك الاختلافات تتعلق في آن واحد بمسائل المقاييس والمسائل المرجعية. بالنسبة إلى الفيزيائي، يوجّه الزمن بعزم نحو المستقبل. ذلك الزمن الذي سيكون هو زمن التنبؤ بالظواهر التي سيتمكن من فحصها. إن الزمن هو ذاك الذي يلاحظه. ومن تلك النتائج، سيتمكن من استنتاج المستقبل بنمذجة النتائج الماضية التي ستعالج بالألغوريتم. أما عالم الأحياء فإنه يلتفت حتماً نحو الماضي. إن المستقبل ليس له نفع، إنه عاجز عن التكهن بما لم يفلح في فهمه. إن فهم الحاضر الأحيائي، يستلزم الاهتمام بماضيه. ذلك لأن الكائن الحي له تاريخ معقد من مليارات سنوات التطور والإكمال. وإن كثيراً مما يصنع العالم الحي اليوم يجد تفسيره العقلاني في الماضي وفي الإرث الذي تم نقله إليه. وهكذا فإن عالم الأحياء يقارن السجلات الألفية للمجين، ليحاول فهم منطق العالم الحي اليوم. إن علماء الأحياء وعلماء الفيزياء، على الرغم من أنهم يعملون مع الزمن المتغير، فإن مفاهيمهم لا تلتقي فعلاً. ويضاف إلى ذلك الاختلاف في التوجه اختلاف المقياس: إن الفيزيائيين يعملون إما بمقياس زمني قصير جداً أدنى من الميكروثانية بالنسبة للفيزيائيين الذريين، وإما أعلى من مليار سنة بالنسبة إلى علماء الفيزياء الفلكية. أما علماء الأحياء فإنهم يعملون بالضبط في المساحة التي يتركها الفيزيائيون حرة. أي من الصعب في تلك الظروف فهم الظواهر نفسها مع اختلافات هامة جداً في طبيعة المتغيِّر المقيس. بيد أن الزمن ـ

(5) المصدر نفسه.

الفيزيائي والزمن ـ الأحيائي ليسا متباعدين جداً ويبقى الزمن مفهوماً مشكّلاً رئيساً بالنسبة إلى علم الأحياء.

إن ذلك البعد المشكّل هو من جهة أخرى مزدوج بما يكفي بالنسبة إلى الشخص القليل الخبرة. إن الزمن يدخل في حيّز الكائن الحي مفهوماً جديداً لكن قابلية هضمه بالنسبة إلى عالم الأحياء أمر صعب: اللاحتمية. في علم الأحياء تنبثق اللاحتمية من البُعد الزمني. وذلك البعد الزمني يطور النظام في حيّز فوضوي في اتجاه محدد، هو اتجاه سهم الزمن. ذلك البعد المشكّل للحياة سيحث على اللاحتمية. يبدو أن الأحيائي يناصر الحتمية، لكن لأن الحياة تحلَّل بالاتجاه المعاكس لسهم الزمن فلذلك هي تبدو لنا محتمة. إن الفيلم يشاهد معكوساً. ومثل الوهم المضحك لفيلم يشاهد بالعكس، يبدو أن وهماً ملتحماً بـ «فيلم الكائن الحي». ومع هذه الحال، ينبغي النظر إلى النظام من الاتجاه الآخر. بالنسبة إلى الحياة، ما من شيء محتم مسبقاً: إن الكائن الحي يتبع سهم الزمن، الخاضع لقوانين الشواش. وإن الحساسية للظروف الأولية، والبناء في ظروف بعيدة عن التوازن، كل شيء في الحياة هو فوضوي. ما من شيء محتم مهما يكن المقياس الذي نتخذ فيه أماكننا. وهكذا، فإن مدة الحياة على النطاق الفردي تخضع لمسير فوضوي، تهزه أحداث غير محتمة على الإطلاق. وما تسميه الأديان العناية الإلهية، وما يسميه المنجّمون حسن الطالع، وما يسميه اللاأدريون بالمصادفات، كل ذلك ما هو إلا انعكاس لخضوع الكائن الحي لقانون الشواش. ذلك البعد الفوضوي يحث على اللاحتمية في الحياة. وعلى مستوى النوع، فإن تطور الكائن الحي ليس قابلاً للتنبؤ كذلك. ما من أحد يستطيع التنبؤ كيف سيتم تطور الكائن الحي. وهكذا فإن المجاهيل الكبرى تلقي بثقلها اليوم حيث بدأ الإنسان يغزو ويعدّل أوجه كثيرة من المدى الحياتي، كما أنه يسخّن المناخ. إن ذلك التطور غير

حتمي مسبقاً أبداً. كما إن تاريخ الحياة تبرز فيه اختفاءات هامة مثل اختفاء الديناصورات في نهاية الدهر الثاني(*). من المحتمل أن تلك الاختفاءات قد حرضت عليها كوارث جيولوجية أرضية ومن خارج جو الأرض (التقاء الأرض بحجر نيزكي عملاق) كان لها انعكاسات مناخية كبيرة. إن الديناصورات التي تكيّفت مع بيئتها لم يعد لها وجود إطلاقاً بعد أن تشوش المناخ تشوشاً كبيراً. لكن من المستحيل معرفة بالتحديد تماماً كيف سيكون تكيف نوع بعد تعديلات بيئوية كبيرة. تلك القدرة على التمكن من التكيف في بيئة غير محتملة هي جزافية تماماً. إنها تستلزم اكتساب قدرات من المستحيل من أجلها أن تكون مصطفاة مباشرة بما أن الاصطفاء يتحقق ببيئة حالية وليس مستقبلية. إن كانت جميع الأنواع التي تزن أكثر من بضعة كيلومترات لم تستطع البقاء في المناخ الجهنمي في نهاية الدهر الثاني، فمن المنطقي إذاً أن تختفي جميع الديناصورات. لكن الثدييات الأولى لم «تتأهب» لهذا وتكتسب صفات نوعية تسمح ببقائها في ذلك المناخ الكارثي. إنها فقط اجتازت مرشح التغير المناخي وتم اصطفاؤها بطريقة ما عبر خلل ما، ذلك أن كتلتها وفّرت لها ذلك. إن إمكانيات الحدوث التي لا يمكن التنبؤ بها قد أكد عليها عالم المتحجرات الشهير ستيفن ج. غولد.

إن استحالة اختبار فرضية نظرية التطور مسبقاً، واستحالة التمكن من تأكيد إمكانية خطأ النظرية كانا لفترة طويلة بالنسبة إلى كارل بوبر سبباً لرفض نظرية التطور خارج حقل العلم. استدلالياً، يبدو النظام بداهة أنه مقيَّد ومجمَّد، ويظهر علم تطور السلالات منطقياً. إن الأحداث ليس لها معنى إلا حينما تحلّل وهي منعطفة نحو الماضي: إن فيلم تطور الكائن الحي المشاهد بالعكس يبدو منطقياً، في حين

(*) الدهر الثاني: الزمن الذي تكونت فيه المجموعة الثانية من الصخور الرسوبية.

أن عرضاً نحو المستقبل قد يبدو غير ممكن الفهم على الإطلاق. لكن ذلك المنطق الظاهري ما هو إلا منطق تعطيه الملاحظة بعكس بعد الزمن. إن المنطق ـ الأحيائي هو غير جبري. إن كانت الديناصورات قد اختفت منذ خمس وستين مليون عام، فإن الأنواع التي تلتها ذات صلة قربى معها بشكل طبيعي. وبهذا المعنى، فإن كل شيء يصبح آنئذ «منطقياً»، لكن ذلك المنطق ما هو إلا ظاهري. إن «المنطق» الملاحظ يرتبط بجانب الملاحظة التاريخية التي تعطي وهماً حتمياً. لأن الحياة، ببعدها الزمني، تتبع القانون الحتمي بالأساس. إن ملاحظة للتاريخ الطبيعي باتجاه الوراء تفضي إلى رؤية ثرثرية للأشياء: «أحسنت الطبيعة صنع الأشياء حينما وهبتنا أنفاً، إذ ما من عضو أكثر نفعاً منه لحمل النظارات»[6]. إن ذلك القول يحمل على الابتسام، لكن هنالك عدد من المؤلفات العلمية موجهة للجمهور العريض مملوءة بحجج من ذلك النمط. وإن الاتقان الساذج في ذلك الميدان قد وصل إليه بلا شك ميخائيل دنتون في كتابه «هل للتطور معنى؟»[7]. بالنسبة إليه، كل قوانين الفيزياء ليس لها سوى هدف أوحد: إتاحة ظهور الإنسان. وكما أن الأنف لا يمكن أن يكون قد خلق إلا لحمل النظارات، وكذلك جزيء الماء ليس له خاصيات كيماوية إلا في هدف أوحد هو تيسير كيمياء الكائن الحي. كل القوانين الفيزيائية للكون «لم تخلق» إلا من أجل ولادة الحياة، ومن أجل تشجيع ظهور الإنسان.

---

(6) Voltaire, *Candide* (Paris: Gallimard, 2000).

(الطبعة الأصلية عام 1759).

(7) Michael Denton, *L'Evolution a-t-elle un sens?*, trad. de l'anglais (nouvelle-zélande) par Daniel Perroux (Paris: Fayard, 1997).

الفصل السادس

الزمن، البعد الرابع للكائن الحي: نظرية التطور أو تفاعل الزمن والكائن الحي

منذ أكثر من ثلاثة قرون، ولدت أولى بذور الشك بخصوص ثباتية(*) التأويل الحرفي للكتاب المقدس. وكان لامارك هو أول من عرض بوضوح فكرة أن الكائن الحي قد تغير. ومنذ لامارك، عرف العلم أن الكائن الحي لم يكن دائماً ثابتاً. وكان لابد من الانتظار بضعة سنوات لنفهم مع تشارلز داروين، بحسب أي حتميات قد تطور الكائن الحي.

كلما انبثق مفهوم التطور، يصطنع مفهوم «سهم الزمن». ويتقابل المفهومان لإعطاء تماسك للعالم الحي كما نحن نلاحظه.

ويرى فرانسوا جاكوب، أن الزمن، ختم علم الأحياء، قد تم الكشف عنه أخيراً وإظهاره للعيان فيقول: «إن [الزمن] لا يفصل عن التكوّن ولا عن العالم الحي وتطوره». إن الزمن هو إذاً الظاهرة

(*) ثباتية: نظرية حياتية تقول بأن الكائنات الحية والأحوال المحيطة . . .إلخ، كانت على ما هي عليه الآن بلا تطور.

الفيزيائية التي تفسر تماسك الأحداث منذ ظهور الحياة وحتى ظهور الإنسان ووجودنا نحن. وذلك الرابط ذو الاتجاه الواحد يمكن بسهولة استرجاعه ذهنياً. وكل شيء يصبح آنذاك مستمراً. في الواقع، منذ ظهور أول نظام خلوي حي، فإن كل خلية تنشأ من تلك الخلية الوحيدة التي لم تتوقف جبلتها(*) عن الانقسام منذ أقدم عهود التاريخ. كل الكائنات الحية إذاً مرتبطة تاريخياً بالختم الأصلي. من الخلية الأولى التي انبثقت، وحتى الخلايا التي تكوّن أجسامنا، جميعها مرتبطة بالرباط الدقيق نفسه، بما أنها جميعاً تنجم عن انقسام الخلية نفسها الوحيدة والأصلية منذ عهود التاريخ السحيقة. إن ذلك الرجوع إلى الوراء أمر يبعث على الدوار. إنه يسقط علينا الروابط والمصير المشترك لجميع أحياء المحيط الحيوي الأرضي. ويذكرنا أيضاً بأن ذلك الرباط التاريخي، منذ الخلية الأولى، نثرت عليه أحداث ملائمة قد سحقت واحداً فواحداً التماثل بين السابق واللاحق لتخلق التاريخ. وهنالك بين الخلية الأولى واللحظة التي أنتجت فيها تلك الخلية النوع الأول الأصلي الذي تفرع إلى نوعين، مقدار من الأحداث الجزيئية الدقيقة لكنها غنية بالمعنى، قد صنعت تاريخاً منطقياً. كان هناك النوع الأصلي قبل الطفرة الأولى، وستكون هناك أنواع متشعبة بعد تلك الطفرة الأولى... ويظل سهم الزمن غير قابل للانفصال عن الكائن الحي. من المستحيل فهم الكائن الحي اليوم، دون محاولة فهم الرابط العميق الذي يربطه برابط الأمس عبر التاريخ. وبدون البعد الزمني الملتحم، فإن مقداراً من المفاهيم مثل الطفرة، والاصطفاء، وتطور الكائن الحي تصبح متهافتة.

إن دور الزمن في تاريخ الحياة قد احتل حيّزاً هاماً في تفكير ستيفن ج. غولد، عالم المتحجرات اللامع في أساس مراجعة نظرية

(*) جبلة: المادة الحية الأساسية في خلايا الحيوان والإنسان.

التطور. يرى غولد أن فهم الظواهر التطورية ـ الكبيرة (الانتواع)(*) ليس له معنى إلا على مستوى «الزمن العميق»، زمن الدراسات الجيولوجية. إن ذلك التميز للزمن العميق ليس لهوة إضافية لتاريخ نظرية التطور. إن المقصود هو إعطاء بعد جديد للزمن الجيولوجي الذي يختلف معناه اختلافاً جذرياً عن معناه الحدسي. هذا المفهوم «للزمن العميق» يحاول رد الاعتبار للدور المركزي للزمن، مع الإصرار على الاختلاف بين الزمن المدرك على المستوى البشري وعلى مستوى الزمن الذي حدث فيه التطور. بالنسبة إلى غولد: «إن الزمن العميق صعب جداً على الفهم، وغريب جداً على خبرتنا اليومية، بحيث يظل حجر عثرة هائل أمام فهمنا. (. . .) إن تصوره بطريقة مجردة وفكرية بالغ البساطة: أنا أعرف كم من الأصفار علي أن أضع بعد الرقم عشرة لأرمز إلى المليارات. أما بالنسبة إلى الفهم، فهذه مسألة أخرى. إن مفهوم الزمن العميق هو من الغرابة بحيث لا نستطيع إدراكه إلا بواسطة المجاز»[1].

إن الطابع المرئي للزمن والقابل للتأويل بخصوص الكائن الحي يتمفصل على مستويين. على مستوى الفرد، يصف تطور الكائن الفرد القوانين متيحاً تنفيذ برنامج بموجب تفاعل الكائن الحي مع بيئته. وعلى هامش دراسة تطور الفرد، يظهر اليوم علم أحياء الشيخوخة من أجل محاولة فهم الأثر الحقيقي للزمن على الحياة. وعلى مستوى النوع، يرتبط علم تطور السلالات بفهم الروابط التي تربط الأنواع فيما بينها في ماكينة التطور الكبيرة.

(*) الانتواع: تشكل تطوري لنوع جديد.

(1) Jay Gould, *Aux Racines du temps* (Paris: Grasset, 1990).
(الطبعة الأصلية الإنجليزية عام 1987).

إن اتساع الحياة لا يحصر إذاً في المكان، ولا في الزمان، ولكن في حيّز ذي أربعة أبعاد: مكان ـ زمن الأرض منذ أربعة مليارات عام وإلى وقتنا الحاضر. إن تاريخ الحياة يندرج تماماً في ذلك الحيّز. وإن الرغبة في تفريق فهم الحياة بين المكان والزمن هو ضرب من الهراء. إنه تشويه لغرض الدراسة بشكل واضح، كما هو حال تصوير شيء ذي ثلاث أبعاد. لكن بخصوص المعلومات، فإن التصوير يضيّع جزءاً كاملاً مما يمكن أن يجعل التحليل في ثلاثة أبعاد، ذلك أن من الأوجه الستة، فإن ثلاثة لا يمكن الوصول إليها أبداً في التحليل. إن التصوير إذ يتيح تقدير حجم إضافي لـ «بعد الزمن»، مثبتاً لحظة للخلود، فإنه يسحق «الأبعاد الثلاثة المكانية» في الحيّز ـ السطح إلى بعدين لفيلم تصويري (ليست السينما سوى تنضيد سريع للصور وهي تلعب على بطء الاستقبال الشبكي لإعطاء وهم تلاحق الأحداث في الزمن). وما يتم ربحه في البعد الزمني مضيّع في أحد الأبعاد الثلاث الأخرى المكانية. إن عالم الأحياء هو أيضاً يحوّل إلى ما يمكن أن يسمى بالقياس بـ «إشكالية المصوّر». إن تحليل العالم الأحيائي يجب أن يتم في الأبعاد الأربعة لنظام المراجع مكان ـ زمان. لهذا، فإن ذلك التحليل معقد ولا يمكن أن يتم إلا بالتقطيع، أي «بالتقسيمات التصويرية»، وذلك للسماح بتبسيط التحليل. لكن ذلك التقطيع الذي يتيح الحصول على صورة فورية يحدث خسارة معلومات في الأبعاد الأخرى. إن العالم الأحيائي يرسخه بشكل أساسي البُعد الزمني. وقد لزم مزيد من الوقت لإدراك أنه غير لازم من أجل الشروع في فهم الوظائف الفيزيولوجية الهامة. وحتى في الوقت الراهن، أي الفترة المستنيرة حيث أن رسوخ بنية نظرية تطور الأنواع هو رسوخ قوي، من الصعب تحليل معطيات علم الأحياء الحديث بمصطلحات التاريخ الطبيعي.

إن أول نموذج وصفي وتوضيحي للتطور الأحيائي كان قد اقترحه تشارلز داروين عام 1859. ومنذ ذلك الوقت، تم إكمال ذلك النموذج، وإثراؤه عبر إسهام علم الوراثة وتمت صياغته مجدداً على شكل نظرية تطور تركيبية أو الداروينية الجديدة. لكن تقدم الأفكار كان في الواقع من الفوضوية بحيث لم يشغل باله ذلك العرض المملّس والمزوّق عبر إعادة كتابة التاريخ[2].

انقلابات تكوّن نظرية: من التطورية(*) إلى النظرية التركيبية للتطور

كان لـ جان باتيست دو مونيه، شوفالييه دو لامارك، تأثيراً عميقاً في نهاية القرن الثامن عشر. إنه في الواقع أول من وصف بوضوح تطور الأنواع، الأمر الذي يشكل ثورة مفهومية حقيقية. مع ذلك، يظل لامارك مقترناً غالباً في اللاشعور الجماعي بوراثة الصفات المكتسبة. إن الذرية هي غالباً جائرة، لا تستبقي إلا بعض ملامح حياة معقدة، لتسلّم صورة بسيطة قد محيت خشونتها. والذاكرة لا تحتفظ إلا بالحد الأدنى الضروري: شخص مقرون بفكرة أو بمفهوم. إن ذلك التحول يفضي بالضرورة إلى فقدان معلومة. وأحياناً يكون فقدان المعلومة مأساوياً لأنها تساهم في تزوير الصورة. إن لامارك هو ضحية لهذا، ضحية معبّرة بشكل خاص. لقد اقترن بشكل ثابت بكلمة التطورية أو بالفكرة التطورية وبانتقال الصفات المكتسبة خصوصاً. ومن أجل حجز تلك الذرية، فإن مغتابيه ابتدعوا حتى لفظاً مستحدثاً غير لائق للمذهب اللاماركي. لكن علم الأحياء يدين كثيراً

---

(2) *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution*, publié sous la direction de Patrick Tort (Paris: Presses universitaires de France, 1996).

(*) تطورية: نظرية علمية تزعم عدم ثبوت الأنواع الحية لأنها في تطور متواصل.

لذلك الرجل، فقد يكون هو مؤسسه الأول. ولد رجل القرن الثامن عشر عام 1744، وهو وراء مؤلفات لا يمكن التغاضي عنها مثل تصنيفه الضخم للاّفقاريات، الذي هو أساس أسلوب تشييد التصنيف الحالي، وهناك بشكل خاص كتابه «الفلسفة الحيوانية»(3)، الذي نشر وهو في عمر متقدم، في الخامسة والستين عام 1809، أي قبل صدور كتاب «أصل الأنواع»(4) لداروين بخمسين عاماً. وقد بدت سيرة حياة شوفالييه دو لامارك، كما هو في الغالب، مدموغة بشطط كبير، لازمته مصادفات القرن المبلبل الذي ارتبطت به القصص الفردية النادرة. في السادسة عشرة، غادر قبل الأوان الكلية اليسوعية عقب وفاة أبيه عام 1760، ليتخذ مسيرة عمل قصيرة في السلك العسكري، لكن سريعاً أعلن أنه غير أهل له، عقب إصابته بجرح سيء. وهو المزوّد بمعاش عسكري ضئيل، يكمله راتب قليل لعمله كموظف في البنك، انطلق لامارك إلى باريس محتاراً بين الرغبة بمواصلة مهنة الطب. . . أو الموسيقى. وكانت مصادفة لقائه مع جان جاك روسو التي قادته إلى جمع الأعشاب. وكان النجاح في ما بعد سريعاً. في عام 1778، نشر أول كتاب نباتي، «نباتات فرنسية»، ونجاحه أوصله في السنة التالية إلى كرسي في «أكاديمية العلوم» وإلى مركز عالم نبات الملك عام 1781. غير أنه شغل مركز ملحق بأمين «حدائق الملك العشبية» (l'Herbarium du Roi)، حينما اندلعت الثورة الفرنسية. وهو الذي شارك آنذاك بنشاط في تأسيس «متحف

---

(3) J. B. Lamarck, *Philosophie zoologique* (Paris: Flammarion, 1994).

(4) Charles Darwin, *L'Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie*, texte établi par Daniel Becquemont; à partir de la trad. de l'anglais d'Edmond Barbier; introd., chronologie, bibliogr. par Jean-Marc Drouin (Paris: Flammarion, 1992).

(الطبعة الأصلية الإنجليزية عام 1859).

التاريخ الطبيعي» بناء على قرار من «الجمعية التأسيسية». وقد استعاد فيمابعد الكرسي الصعب في علم حيوان اللافقاريات، في حين أن كرسي الفقاريات تم إحداثه في جوفروا سانت ـ إيلير. وإن المعرفة الضئيلة باللافقاريات في ذلك الحين، قد دفعت لامارك إلى القيام بجهد هائل في التأليف، ونشر عمله عام 1801. لكن يبقى كتابه اللافت للنظر بشكل أكبر هو «الفلسفة الحيوانية»(5). لسوء الحظ، فإن الاستقبال الذي رصد لعمله المجدّد كان فاتراً: لقد انتقده بشكل خاص كوفييه انتقاداً عنيفاً. ولم تشهد نهاية حياته مزيداً من الاعتراف بعمله، ومات وحيداً مغموراً.

لكن لامارك هو أولاً، أب كلمة حديثة بشكل يثير الدهشة: علم الأحياء. وبعد موته، أبصر النور فرع علمي مستقل. لقد تفرّدت دراسة الكائن الحي أخيراً.

ولامارك هو أيضاً أب أحد التعريفات الحديثة الأولى للحياة. ذلك التعريف يجمع تسع خاصيات فيها بالتأكيد شيء من التشوّش، لكنها تستحق أن يعلن عنها للمرة الأولى وأن تقابل بمواضيع جامدة. إن تلك العروض التسعة شكّلت مع ذلك تقدماً فريداً حينما تم نشرها عام 1805. لقد تباينت عن الكتابات السابقة. إنها أولاً تبرز ولادة علم الأحياء وأصبحت دراسة الكائن الحي غاية في حد ذاتها، لا موضوعاً ملحقاً ومسلياً. إنها تدل أخيراً على روح ملاحظة علمية دقيقة وتركيبية، لأن غالبيتها أصبحت هدفاً لتوسعات وتخمينات كانت في أساس علم الأحياء الحديث. لقد حصر لامارك الوعي المستقبلي للحياة الذي عبّر عنه في مصطلحات قرنه، القرن الثامن عشر.

وفي نهاية المطاف، أحدث ثورة في رؤية الكائن الحي معلناً أن

---

(5) Lamarck, Ibid.

ذاك ليس ثابتاً. إن الكائن الحي يتطور، ويتحول. إنها المرة الأولى في تاريخ الإنسان التي يعلن فيها بوضوح عن تصور تكون فيه الأنواع غير ثابتة. إن تلك التحولات ليست بالطبع مرئية وفق نظامنا المراجعي للزمن إذ يقول «بالنسبة إلى الفترات التي نراها كبيرة في تقديرنا العادي، فإنه يلزم بلا شك وقت هائل (. . .) لتتمكن الطبيعة من إيصال نظام الحيوانات إلى درجة التعقيد (. . .) التي نراها»[6]. وكانت الانتقادات الأشد قسوة تنصب على محرك تلك التحولات. وقد تطورت حتى إلى تحقير منظم أدى إلى دفن مجمل العمل الذي خلّفه وراءه لامارك. في الواقع إن التطورية تنبثق من ميل نحو تعقّد تظل توضيحاته مشوّشة: «تزايد حركات السوائل»، أو أيضاً القول الشهير، «إن الوظيفة تصنع العضو». وذلك القول كان محطّ استهزاء غالباً مع المثال الشهير عن عنق الزرافات أو الأقدام المكفّفة للبط التي خلقت جميعها من أجل حاجة تلك الحيوانات للطعام العالي أو للسباحة في الماء. . . في كل مرة، إنها حركة السوائل التي هي في أساس تطور الأعضاء (تعزيز أو اختفاء). وأخيراً، فإن آخر محرّك للتحول هو وراثة الصفات المكتسبة التي مع أنها صيغت بدقة وبأسلوب محدّد، فإنها ستربط به باستمرار: «(. . .) إن عيب استخدام متواصل لجزء ما، (. . .) يحفظ للجيل أفراداً جدداً ينحدرون منه، بشرط أن تكون التغيرات المكتسبة مشتركة لدى الجنسين، أو لدى أولئك الذين ينجبون هؤلاء الأفراد الجدد»[7]. إن لامارك إذاً قد رسم حدود كائن حي ظل غامضاً، لكنه مجذّر في عالم عقلاني، تسود فيه الفيزياء. وبقي عمله أساسياً بفضل تأثيره اللاحق، فقد اعترف داروين نفسه بأنه قد قرأ للامارك.

وإنه لتحصيل حاصل الإعلان بأن تشارلز روبرت داروين قد

---

(6) المصدر نفسه.

(7) المصدر نفسه.

أحدث ثورة في علم أحياء القرن التاسع عشر. ومع داروين، اكتسبت النزعة الطبيعية على أساس علمي، استقلالاً جديداً. إنه عالم اقترن بقرنه، حيث ولد عام 1809 ومات عام 1882، وما من شيء أَعدّ داروين مسبقاً ليحدث ثورة في الفكر الأحيائي على نحو جذري. كانت مسيرته الجامعية كامدة جداً وتائهة. فقد شرع في دراسة الطب يدفعه واجبه كإبن عام 1827، لكنه تخلى عنها بعد عامين. ولما أصابت خيبة الأمل والده الطبيب روبرت داروين، فإنه التحق بـ«الكلية اليسوعية» في جامعة كامبريدج عام 1828 لكي يصبح قسيساً... وخلف ذلك الخيار، توارى بشكل سيء شغفه بالعلوم الطبيعية، وهي محور اهتمامه الحقيقي، الأمر الذي شهد عليه ميله المفرط إلى المجموعات المتنوعة. في الواقع، إن مهمة القسيس في الوسط الريفي تسمح له بالإفلات بسهولة وبالانكباب على هواه الحقيقي: دراسة الطبيعة. لكن قدره قرر خلاف ذلك وفتح له أكثر مما يتطلع إليه بكثير. في «كامبردج» أكد كرهه للتعليم الأكاديمي للعلوم بحصوله بمشقة على بكالوريوس الفنون (Bachelor of Arts). لكن وقبل كل شيء، فقد قدمت له كامبردج فرصة الالتقاء بأبرز علماء الطبيعة ومنهم عالم النبات جون ستيفنز هنسلو، وهو قريب الطالب الشاب تشارلز داروين. إن ذلك اللقاء الذي تحول إلى روابط ودية قوية ومستمرة، كان حاسماً بالنسبة إلى تاريخ علم الأحياء. بعد رحيل هنسلو من الجامعة في كانون الثاني/يناير عام 1831، اتصل بتلميذه ليقترح عليه السفر بوصفه اختصاصي طبيعيات، وبدون معاش، على سطح سفينة (H. M. S. Beagle Brick) التابعة لـ «البحرية الملكية»، للقيام برحلة حول الأرض. وصَعد داروين إلى السفينة، مع تردد أبيه، وهو يحمل لقباً رسمياً: طبيب السفينة. كان دوره مايزال في الواقع أكثر من عادي. وقد اختاره قائد السفينة، القبطان الشاب روبرت فيتزروا، الذي يكبره بأربع سنوات، ليشغل

وظيفة رفيق القبطان في الرحلة. استغرقت الرحلة التدريبية حوالي خمس سنوات. كان الانطلاق من ديفنبورت في 27 كانون أول/ ديسمبر عام 1831، أما انتهاء الرحلة فكان في 2 تشرين الأول/ أكتوبر عام 1836 في فالموث. إن الأميال الأولى المجتازة، ومغامرات القبطان فيتزروا، العصابي، الشهير بمعتقداته السياسية والدينية المتطرفة، أسأمتا داروين الشاب الذي سيكون عالم طبيعيات. وكان بمقدور داروين المنعزل الانكباب تماماً على تحليل البيئات الطبيعية الجزيرية. وخلال خمس سنوات، وفّر له أكثر من سبعين ميناء جمع ومقارنة معطيات ثمينة. زار جزر «الرأس الأخضر» (Cap-Vert)، والبرازيل، وباتاغونيا (Patagonie)، وتشيلي، والبيرو، ووصل في أيلول/ سبتمبر عام 1835 إلى جزر غالاباغوس، حيث توقفت مؤقتاً تلك الرحلة البحرية. وكانت دراسة حيوانات الأرخبيل هي الأكثر ثراء بالمعلومات وسمحت بولادة الفكرة الرئيسة لنظريته: مقارنة الحيوانات الجزيرية بأنواع قاريّة هدفية للاختلافات البارزة، لابد أن الأنواع قد تطورت تدريجياً. وارتكزت دراسته على الأخص على العصافير ومجموعة فريدة من عصافير الدوري يسمى واحدها بـ«برقش داروين». لقد فهرس أكثر من ثلاثة عشر نوعاً من البراقش التي تميزت بمعايير تشكلية وسلوكية. كل تلك الأنواع المنتشرة في الأرخبيل تذكّر بأنواع القارة مع تباين كبير، كما لو أن فرداً انحدر من القارة كان قد أنجب سلالة تنوعت في الأرخبيل. وهكذا زرعت بذرة في عقل عالم طبيعيات خصب. وتواصل الرحلة سفرها، ويزداد تنويرها: تاهيتي، نيوزيلندا، أستراليا، جزيرة موريس، البرازيل، جزر الرأس الأخضر، وأخيراً جزر الآزورس. لقد أتم داروين أول وآخر رحلة له كعالم طبيعيات في 2 تشرين الأول/ أكتوبر عام 1836. إن صفحة أساسية من تاريخ علم الأحياء قلبت لتوّها. ووجدت الخميرة مداها الجغرافي، لكن مدة تصور النظرية استغرق أكثر من

ثلاثة وعشرين عاماً. وتوجب على داروين أن ينال مزيداً من الدفع من أساتذته. وحينما تلقى داروين مخطوطة والاس في 18 حزيران/ يونيو عام 1858 حيث تجلى فيها التطور بالاصطفاء الطبيعي، أصرّ لايل على داروين لينظم، في الأول من تموز/ يوليو عام 1858، اتصالاً مشتركاً مع والاس أمام جمعية لينيان في لندن (Linnean Society of London).

إن والاس، وهو نموذج الاستقامة الفكرية وآداب السلوك البريطانية، لم يطالب أبداً بحصة أبوّته لمفهوم الاصطفاء الطبيعي. وحتى أنه ترك داروين يصوغ كما يشاء المخطوط الضخم لـ «أصل الأنواع» الذي فرغ من «الحبل» به في 24 تشرين ثاني/ أكتوبر عام 1859. إن داروين في إنجازه للكتاب الضخم، اعترف بأنه بذل فيه جهداً عظيماً «أكثر من أي عبد يعمل تحت السياط» على حد قوله. ذلك الكتاب الثوري الذي كان عنوانه في البداية:

(*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*)

كان نجاحاً حقيقياً للمكتبات(8). لقد نفدت طبعته ما إن عرض للبيع. لقد لزم داروين أكثر من عشرين عاماً منذ أن نزل من سفينة بيغل ليصل إلى نشر كتابه الثوري. خلال تلك الفترة، نضج كثيراً، وقرأ كثيراً (ومن قراءاته كانت كتب مالتوس)، ونشر كثيراً، واتصل كثيراً مع منابر الجمعيات العلمية، وأسس عائلة متزوجاً من ابنة خاله الألمانية التي أنجبت له عشرة أطفال. لم تكن هناك إذاً فجوة، ولا انقطاع، وإنما على العكس، استمرارية نظّمت خلالها الأفكار، وخضعت للتجربة، وربطت، وقورنت وسط حركة فكرية كبيرة نشوئية إلى حد واسع في أوساط علماء الطبيعيات في إنجلترا الفيكتورية.

---

(8) Darwin, *L'Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie.*

هكذا رسمت خطوط رحلة رجل عصي على التحليل يستكشف نفسه، ويهتم بالكائن الحي عبر تاريخ تائه ومتعرج سلكه ليبني، ودون رغبة منه، أوجد كسراً في التشابه، تشققاً في تاريخ علم الأحياء. كان هناك فهم للكائن الحي قبله، لكن ذاك الفهم الذي أعقب لم يعد له علاقة به. وللبرهان على ذلك، إن كان هناك ثمة حاجة، فإن كتاب إرنست ماير الضخم بعنوان: «تاريخ علم الأحياء» قد فصّل جزئيه (الأصول في وقت داروين ومن داروين إلى وقتنا الحاضر) بعهدين متمايزين، حسمت بينهما الثورة الداروينية[9]. إن نظرية التطور لتشارلز داروين غيّرت لاحقاً، وضمّت إلى مفاهيم تنتمي إلى حقول أخرى من علم الأحياء مثل الوراثة، لكنها ظلت قاعدة لا يمكن تفاديها من أجل فهم انبثاق العالم الحي. ترى ما هي التكهنات التي قدمها كتاب «أصل الأنواع» آنذاك؟

إن المثال الدارويني بسيط نسبياً، ومع ذلك جرى توضيحه طويلاً بتفاصيل وشروح كثيرة لاتّقاء الإشكاليات التي لا يمكن تجنبها والتي ستعقبه. إن ضروب الحيطة الكثيرة التي اتخذها داروين جعلت من كتاب **«أصل الأنواع»** كتاباً مبهماً ومعقداً. لكن كتابه **اقتصاد الطبيعة** يمكن بكل سهولة اختزاله بصراع بين سكان يزدادون باستمرار بينما تكون الموارد محدودة. من تلك المزاحمة، تنبثق ظاهرة الانتقاء الطبيعي التي تتخلّص من أفراد كثيرين. ويطبّق ذلك الانتقاء وسط النوع نفسه كما يطبق في محيط تزاوج الأجناس. في داخل نوع ما، فإن بعض التغيرات فيما بين الأفراد ستيسر بقاء بعض الأفراد، لتميل في النهاية إلى إعطاء أنواع جديدة. وفي إطار أكثر عمومية في ما بين

(9) Ernst Mayr, *Histoire de la biologie: Diversité, évolution et hérédité*, le temps des sciences, trad. de l'anglais, Etats-Unis et postf. de Marcel Blanc ([Paris]: Fayard, 1989), vol. 1: *Des Origines à darwin*, et vol. 2: *De Darwin à nos jours*.

الأنواع، يمكن أن يشجع الصراع على البقاء انقراض بعض الأنواع وسيطرة أنواع أخرى.

إن ذلك المثال، البسيط جداً في صياغته والذي يصعب جداً إدراكه في ملاحظة الطبيعة (مالم تكن ملاحظة ذات معنى دقيق وتتشكل خلال رحلة طويلة)، قد لخصه المؤلف تلخيصاً جيداً: «إن نحن نسينا للحظة بأن كل نوع يميل إلى التكاثر إلى ما لانهاية، لكن تحبطه باستمرار أسباب لا نفهمها إلا نادراً، فإن كل اقتصاد الطبيعة يتعذر فهمه»[10].

من الواضح تماماً أن نظرية التطور في تلك الصياغة مستوحاة كثيراً من توماس روبرت مالتوس، عالم الاقتصاد الإنجليزي الذي كان كتابه (*Essay on the Principle of Population*) (ظهر عام 1798) قد وقع بين يدي داروين عام 1838، بينما كانت نظريته آنذاك في غمرة تكونها. كان مالتوس، دون أن يريد ذلك، يستصلح ميدان الدراسة. ولم يخف داروين استلهامه الاقتصادي، فهو تكلم عنه دون تعقيد قائلاً: «إنه مذهب مالتوس المطبّق بكثافة هائلة في مملكة الحيوان كلها وفي مملكة النبات أجمعها...»[11].

مهما يكن إلهامه، فإن نموذج التطور الذي قدمه داروين هو نموذج متماسك. وقد أعطى إرنست ماير تفسيراً له منتظماً جداً في خمس وقائع وثلاثة استدلالات[12]. لقد بيّن داروين مفهومين من الضروري قطعاً توضيحهما من وجهة نظر معارف القرن التاسع عشر، وبإضاءة من الفكرة التي كوّنها المؤلف: الانتقاء الطبيعي والتغيرات في ما بين الأفراد...

(10) Darwin, Ibid.

(11) المصدر نفسه.

(12) Mayr, Ibid.

إن الانتقاء الطبيعي هو المبدأ الأساسي الذي تتمفصل حوله كل نظرية التطور. ذلك المبدأ المبتكر والجزء المكمّل لعنوان مرجع داروين هو موضوع الفصل الرابع. ويتم تصور ذلك الانتقاء في إطار تنافسي: الكفاح من أجل البقاء (*Struggle for Life*). على الفرد أن يخوض كل يوم هذا الصراع ضد الظروف التي يفرضها عليه محيطه الطبيعي. لكن هذا الصراع ليس سكونياً، إنه لا يفضي إلى توازن ضمني بين الأنواع الموجودة، وإنما يؤدي إلى عدم توازن، يحرض الديناميكية التطورية. وإن عدم التوازن ذاك هو المحرك نفسه للتطور. إن الأفراد الذين يحملون ميزة انتقائية، هم مفضّلون. وفي النهاية، إنه اختفاء الأسلاف، ومن هم أقل تفضيلاً الذين انقطع طريقهم إلى الموارد وسط «النظام البيئي» نفسه حيث يقول: «بحسب نظرية الانتقاء الطبيعي، فإن انقراض الأشكال القديمة وتكاثر أشكال جديدة محسّنة هما حدثان مترابطان ترابطاً وثيقاً»[13].

ما إن تم البرهان على الانتقاء الطبيعي ونتائجه العديدة والحاسمة بالنسبة إلى تاريخ العالم الحي، حتى سعى داروين إلى تحديد أسباب ذلك الانتقاء. من البداهة أن ذلك الانتقاء لا يتوقف على عدم الملائمة وحدها بين حجم السكان والموارد الغذائية. من الممكن أن تتدخل عوامل أخرى كثيرة، وقد فهم داروين تماماً تعقيد العلاقات المحتملة وسط نظام بيئي. كل شيء يمكن أن يكون عامل انتقاء: المخاطر المناخية، وازدياد الحيوانات القانصة، والأوبئة، والعزلة الجغرافية هي حتى عوامل أكثر انتقائية بكثير من فقدان الغذاء حيث يقول: «(...) إن ما يحدد العدد المتوسط لأفراد نوع، ليس صعوبة الحصول على الطعام، وإنما السهولة التي أصبح معها الأفراد

(13) المصدر نفسه.

فريسة لحيوانات أخرى (. . .) وإن المناخ يلعب دوراً مهماً بالنسبة إلى تحديد العدد المتوسط لنوع ما، ويبدو أن العودة الدورية للبرد أو للجفاف الشديدين أكثر فعالية من جميع العوائق»[14].

مع ذلك، فإن مفهوم الانتقاء الطبيعي يبقى رغم كل شيء غامضاً جداً، سواء في تعريفه أو في أسبابه الأولى ونتائجه. لقد صعب على داروين أن يكون على بصيرة منه. إن كتاب «أصل الأنواع «تم تأليفه بإجراء تبديلات حول الموضوع نفسه. وتتعاقب أمثلة وأمثلة مضادة نقدية، والصعوبات نفسها يعلن عنها جهاراً.

والاصطلاح الثاني موجود في ما يسميه داروين بـ «قوانين التغير» التي يكوّن منها الفصل الخامس من كتاب «أصل الأنواع». إن ذلك الاصطلاح أساسي، بدون تغير يمكن بالتأكيد أن يحدث الانتقاء، لكنه يفقد اتجاهه التاريخي. لم يعد بوسع الانتقاء تشجيع أي اتجاه تطوري، فهو لم يعد يؤثر نوعياً من أجل إعطاء أشكال جديدة من الكائن الحي، وإنما نوعياً من أجل الحدِّ من السكان في نمو أطلق له العنان. إن الصعوبة الرئيسة لداروين هي الضرورة المطلقة في وجود تلك التغيرية المرتبطة بنقل وراثي، في حين لم يكن أي قانون وراثة، ولا مفهوم الطفرة، معروفين عام 1859. لقد أدخل بالتالي في نظريته قانون تغير استنتجه أكثر مما برهن عليه. ولقد ظهر الحدس نبيهاً جداً بشكل استدلالي، إن التغيرات تتناسب جيداً مع ظواهر وراثية مرتبطة بالتكاثر الشقّي. لكن في ذلك الحين، ينبغي تجسيد ظواهر التغير. لقد استبقى داروين عدة نماذج من التغيرات: تغيرات عفوية وصفها بإيجاز كبير، وتغيرات مرتبطة بالبيئة، ومرتبطة بظروف الحياة، وتغيرات مرتبطة بالاستخدام وبعدم

(14) المصدر نفسه.

الاستخدام. ولقد دعم داروين برهنته بملاحظة دقيقة جداً للتغيرات في الأنواع «في حالة الطبيعة» والحالة الداجنة. وما كان ينقص بمرارة هو تكملات أتى بها لاحقاً علماء الوراثة ليقدموا النظرية التركيبية للتطور. لكن تلك الفجوة في البحث ردمت بشكل نافع عبر تفسيرات متعددة، وأحياناً متناقضة، تعلقت بأسباب تلك التغيرات. وهكذا، نزع دور الوسط الخارجي على التغيرات إلى تقريب داروين من النظرية التطورية لـلامارك، ودور الوسط خفف حتى من الاهتمام بالانتقاء الطبيعي. إن ازدواجية دور الوسط جوهرية: إن داروين وهو يصرّ على تأثير الوسط، كمحرّض على تغير تلاؤمي ووراثي، فإنه يلتفت نحو التطورية اللاماركية، لكن مع الاصرار على التأثيرات الغامضة للوسط، فإن التفسير يصبح هو الداروينية الحديثة.

إن عبقرية داروين تتضح في استكشاف هاتين الآليتين (الانتقاء الطبيعي والتغير) وقد أتاح أخيراً الترابط المفصلي لإحداهما مع الأخرى تقديم نموذج متماسك لتطور الكائن الحي وسط المحيط الحيوي. لقد انقسم القرن التاسع عشر قسمين بنشر كتاب «أصل الأنواع». قبل عام 1859، كانت الأرض تسكنها أنواع حية ومستحاثات قام بتنظيم تصنيفها «لينيه»، لكن تلاحمها النسالي كان مفقوداً. وبعد عام 1859، وجدت الأرض وحدتها، وامتلك الكائن الحي أصلاً وحيداً ينحدر منه كل تنوع العالم الحاضر. إن الشقّ الفكري الذي أحدثه داروين كان عميقاً، لذلك تجاوزت الاضطرابات في المجتمع بشكل كبير إطار عالَم الطبيعيات الصغير. لقد تدخل الجميع في الأمر، وأحدث خط تقسيم جديد في المجتمع الانجليزي: أنصار نظرية النشوء والارتقاء الداروينية وأنصار النظرية الثباتية المتمسكين بالدين الطبيعي (Natural Theology) لوليام بالي الذي يرى أن كمال النظام الطبيعي هو إشارة جوهرية للوجود الإلهي. كان الجدل حامياً ولاتنازل فيه: ماتزال النفوس متأثرة بالاجتماع الصاخب أمام الجمعية البريطانية

لتقدم العلم (British Association for the Advancement of Science) من 27 حزيران/ يونيو إلى 4 تموز/ يوليو عام 1860 وفي أثنائه تجابه توماس هكسلي الملقّب بـ «كلب داروين» مع الأسقف ويلبرفورس. وقد سأل هذا الأسقف هكسلي إن كان ينحدر من قرد لجهة جدته أم جده. فأجاب هكسلي آنذاك دون تردد بأنه يفضل أن يكون جده قرداً بدل أن يكون رجلاً تصدر عنه مثل تلك السخرية. إن تلك الحوادث، النادرة جداً أمام الجمعيات العلمية، المعتادة على رهافة الدعابة وعلى النقاشات المهذبة أكثر من اعتيادها على الصخب والإهانات الفظة، تترجم مدى «الشرخ» الذي أحدثه داروين في المجتمع الانجليزي الفيكتوري.

لقد ورّث داروين إذاً الأجيال القادمة رؤية ثورية للكائن الحي. ومع ذلك فإن كتابه لم يكتمل. ففي عصره، لم يستطع داروين مسبقاً أن يضم إلى كتابه الاكتشافات المستقبلية التي ستفضي في القرن العشرين إلى النظرية التركيبية للتطور. لكن لا يهم، فهو قد زرع في «أصل الأنواع»، البذرة التي تمتلك كل الصفات لتنمو في علم أحياء القرن التالي. إن نظرية التطور لداروين تم دمجها تدريجياً بمخططات الفكر التقليدي، ودرّست، وجدّدت، وأضفيت عليها سمة الواقعية مجدداً مع كل تقدم في ميدان علم الأحياء وسط حماس شديد. إن النظرية الداروينية للتطور لا تمثل إذاً نظرية مكتملة، مغلقة. لقد اغتنت من الاسهامات المتعاقبة لأوغست وايزمان (August Weissman)، وغريغور مندل (Gregor Mendel)، وهوغو دو فريز (Hugo de Vries) ما بين نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين.

إن الإسهام الأول كان بلا منازع إسهام غريغور مندل، مؤسس علم الوراثة الحديث، الذي وضع، وسط عزلة علمية تامة، قوانين انتقال الصفات الوراثية، التي أعلن عنها عام 1865 على منبر الجمعية

النباتية في برنو (Brno) في منطقة مورافيا (Moravie). وإن تلك القوانين قد تحقق منها مجدداً وفي وقت واحد عام 1900 ثلاثة من علماء النبات: الهولندي هوغو دو فريز، والألماني كارل كورانس (Carl Correns)، والنمساوي إيريك تشرماك فون سيزنغ (Erich Tschermak Von Seysenegg). ويزعم التاريخ، بشكل مثير للعجب أن دو فريز قد اكتشف أعمال مندل بفضل فهرسة أعماله في كتاب نباتي مكرّس بأكمله للبازلياء. وبعد نزاع حول تحديد الشخص الذي ينسب إليه الفضل، اعترف الثلاثة أخيراً بأسبقية مندل. لقد أتاحت تلك القوانين للمرة الأولى وضع قواعد انتقال الصفات الوراثية. وقد أدخل فيلهلم جوهانسن فيما بعد مصطلح المورثة. وإن الاسهام الثاني لعلم الوراثة يعود بلا منازع إلى توماس هانت مورغان (Thomas Hunt Morgan)، «أب» مجموعة شهيرة عاملة على ذبابة الخل (وقد أطلق على ذبابة الخل بحذق اسم (Drosophila melanogaster)، والذي ربط التعديلات الصبغانية(*) بتعديلات تشكّلية، موضحاً دور إعادة التركيب في الامتزاج الوراثي المرتبط بالجنس، كما أنه وضع الطرق الخرائطية للمجين. بفضل مورغان، فإن الصبغيات والوراثة قد ارتبطتا ارتباطاً دائماً. في عام 1933، قدمت إليه جائزة نوبل لمجمل أعماله. وإن عمله رائد في عدة مجالات، فهو على الصعيد الوراثي حصراً شق الطريق أمام فهم آليات الوراثة، وأيضاً ابتدع مع ذبابة الخل أداة أعطت اكتشافات أخرى في علم الأجنة الجزيئية. لقد دخلت ذبابة الخل، مع مورغان، مجمع أرباب أدوات العلم.

وإن ثالث إسهام لعلم الوراثة في بداية القرن العشرين كان تحديد الآليات التي تقف وراء تغيرية المورثات في المجموعات

(*) صبغانية: متعلقة بالصبغيات.

الحيوية وذلك بتحديد الظواهر القادرة على الحث على الطفرات. وفي إطار مجموعة توماس مورغان. حدد هرمان جوزيف موللر (Hermann Joseph Muller) إمكانية الحث مع تواتر كبير للطفرات عبر تعريض ذباب الخل للإشعاع عن طريق أشعة X. لم تكن المورثات إلى حين أعمال موللر، إلا كينونات توجد منها ألائل مختلفة في الحالة الطبيعية. لكن أصل ذلك الاختلاف ظل مجهولاً إلى حد كبير. لقد كان موللر أول من أشار إلى أن من الممكن تحريض الطفرات على المورثات. بعبارة أخرى، لقد بيّن أن المورث ليس ثابتاً، ولكن يمكن أن يغيّر خلال الزمن وأن له تاريخ خاص. إن تغيرية المجموعة الحيوية في الحالة الطبيعية التي وصفها داروين هي إذاً مرتبطة بـ«تاريخية معينة» للمورثة. إن ذلك الاكتشاف استحق عليه موللر جائزة نوبل للطب، ومنذ ذلك الحين، جرى إكمال تلك الأعمال بشكل واسع. إن الآليات الجزيئية لتكوُّن الطفرات تمت دراستها بوفرة منذ ذلك الحين وإن نماذج لا تحصى من الطفرات تم وصفها. وكان لاكتشاف تلك الظواهر نتائج على نظرية التطور بما أن آلية الانتقاء لا توجد إلا بسبب وجود الاختلاف. إن الانتقاء لا يتم «على ما هو مستحيل وإنما على ما هو موجود» كما ينبّه إلى ذلك فرانسوا جاكوب (François Jacob). سيوجد إذاً، نتيجة لتعدد الأشكال الوراثية، تعدد شكل نمطي وراثي سيؤثر فيه الانتقاء الطبيعي.

وبسبب تغيريتهم الذاتية المرتبطة بالطفرة الصنعية، يوجد لأجل مورثة نفسها عدة ألائل، أي «أشكال مورثات» يمكن أن تكون لها تعبيرات مختلفة في النمط الظاهري الوراثي. لقد أثبت مندل أن تهجين بالغين مختلفي الاقتران يعطي سلالة يكون فيها تردد النمط الظاهري الوراثي مستمراً. وفي ما بعد امتدت تلك القوانين إلى مجموعة عناصر بأكملها. كحدس أولي، يبدو أن من الجائز التفكير بأن في الفئة كلها، كان تعبير المورثات الغالبة قد عثر عليه لدى

ثلاثة أرباع الأفراد (نسبة في سلالة زوج مختلف الاقتران بحسب قوانين مندل). لكن الحقيقة شيء آخر تماماً. إن تلك المفارقة فهمها عام 1908 الرياضي الانجليزي غودفري هارولد هاردي (Godfrey Harold Hardy) وطبيب التوليد الألماني فيلهلم فينبرغ (Wilhelm Weinberg) الذي وضع بشكل منفصل القانون نفسه. لقد أوضحا أن تردد «أليلان» لمورثة نفسها في فئة ما هو محدد في نسب لا علاقة لها بقوانين مندل، وأن ذلك التردد من جهة أخرى هو ثابت على مرّ الزمن. إن ذلك القانون قد تأكدت صحته إن تمت التهجينات بحسب شروط اللاصطفاء الطبيعي (مجموعة حيوية ذات حجم غير محدود وفيها اختيار الشريك الجنسي يكون عشوائياً تماماً). يمكن اعتبار هذين الشرطين متحققين بالمقاربة الأولى في بعض المجموعات الحيوية. على أي حال، فإن تلك القوانين، ما إن تم تحديثها، حتى أصبحت لا تحمل أي معنى لنظرية التطور، لأنها إن هي قبلت بالتغيرات الألائلية للمورثات (وبالتالي بالتغيرية)، فإن انتقالها محدد بطريقة لا تنعكس: إن تردد انتقال الألائل تحدده على مستوى الزوج قوانين مندل وعلى مستوى المجموعة الحيوية قوانين هاردي ـ فينبرغ (Hardy-Weinberg). إن قانون هاردي ـ فينبرغ المشار إليه هو فرضية لا قيمة لها بالنسبة للتطور الذي معاييره متحققة في حالة التوازن. لكن ظواهر أخرى يمكن أن تعدل توزع التكرارات الألائلية في مجموعة حيوية بتعديلها التوازن، سامحة بذلك بالتطور: الانحراف الوراثي والانتقاء الطبيعي.

إن الانحراف الوراثي يحدد كتغير لتردد ألائل مجموعة من المورثات. ويرتبط ذلك الانحراف بتغيرات عرضية لا يمكن التحكم بها إطلاقاً. إن تلك الفكرة قد وضعها تاريخياً للمرة الأولى بدءاً من عام 1931 عالم الإحصاء الحيوي الأميركي سيوال رايت. إن رايت

هو أول من فكر بأنه في علم الأحياء، لا تثبت المجموعات الحيوية أبداً صحة معايير هاردي فينبرغ: حجم غير محدود ولا اصطفاء طبيعي. وحينذاك ركّز دراسته على مجموعات قصيرة القامة تخضع لتغيرات عشوائية وبالتالي إلى انحراف وراثي مهم جداً. وكلما كانت المجموعة قصيرة القامة، كلما كان الانحراف كبيراً الأمر الذي يمكن بسهولة فهمه. وإلى أقصى حد، فإن مجموعة يؤسسها في جزيرة منعزلة زوج مولِّد واحد لن تمتلك إلا الألائل(*) وحدها التي يحملها الزوج المؤسس. إن المجموعة الحيوية ستعبر مضيقاً ضيقاً من التنوع. ومن رعيل بمجمله من الألائل، لن يكون للفئة خيار إلا بين خيارات الفردين المؤسسين. إن تلك الظاهرة معروفة لدى مربي الماشية منذ أقدم العصور. وعبر التلاعب بالتهجين بين حيوانات من البطن نفسه والتهجين مع الوالدين، من الممكن الحصول على أعقاب فئران شبه توأمية: كلها تتمتع بالإرث الوراثي نفسه. وبالعكس، فإن أعقاب أخرى من الفئران مصونة بحيث تحفظ بعض التنوع الوراثي بين الأفراد. وعلى مربي الماشية باستمرار آنذاك الكفاح ضد ذلك الانحراف الوراثي الذي غالباً ما يفرض عليهم مشاكل كبيرة. لكن الانحراف الوراثي هو ظاهرة تتجاوز إلى حد كبير الإطار الضيق لتربية المواشي، إنها في الواقع عامة جداً في علم الأحياء. وهكذا فإن المجموعات السكانية المنعزلة جغرافياً (عبر حواجز مادية، جغرافية كما في بلد مؤلف من جزر)، هي من الناحية الوراثية أكثر فقراً بكثير بمعنى التنوع. إن المجموعات السكانية التي هي على وشك الانقراض يصعب جداً «إعادة البناء» في تنوعها الأصلي. وإن مرور مجموعة حيوية عبر مضيق ضيق، كما عندما تكون تلك المجموعة

(*) الألائل: مختلف الأشكال الممكنة لمورثة بعينها تشغل الموقع نفسه (الموضع ذاته) في المجين.

المشار إليها على وشك الانقراض وقتياً، يترك آثاراً هامة جداً بمعنى التنوع الوراثي: إن العديد من الألائل هي آنذاك مفقودة، وألائل أخرى ضارة تقريباً يمكن أن تتثبت. إن ذلك الفقدان للتنوع ليس مفهوماً أحيائياً ضبابياً: إن له انعكاسات على العمل الأحيائي للنوع وفي النهاية له انعكاسات على بقائه. وهكذا، في تلك المجموعات الحيوية، فإن التردد الإحصائي للأسيل(*) يتزايد، الأمر الذي يحث آلياً على التعبير ذي النمط الظاهري الوراثي لعدد كبير من الألائل المتنحّية التي صفتها الضارة يمكن آنذاك أن تظهر تماماً. من جهة أخرى، في وسط فئة شبه نسيليّة، يمكن أن يؤدي وصول مُمرِض فتاك جداً، إلى انقراض النوع المصاب. في الواقع، إن التنوع الوراثي هو أساس أحد الاستراتيجيات الكبرى بالنسبة إلى مجموعة حيوية لمقاومة العدوان. وإن استخدم مُمرِض عيباً تركه مضيف شبه نسيليّ، فإن بقاء النوع يشرك في ذلك بشكل خطر. إن التنوع الألائلي والامتزاج الوراثي هما عاملين جوهريين من أجل بقاء نوع في وجه ظهور مُمرِض جديد.

إن العامل الثاني لتغير الترددات الألائلية في مجموعة حيوية يرتبط بدور الانتقاء الطبيعي. إن أول من كانت لديه فكرة أن الانتقاء الطبيعي يلعب دوراً في توزيع الألائل في فئة هو الخبير الإحصائي الانجليزي ذو الاسم الشهير: رونالد إيلمر فيشر. لقد اصطنع العديد من الأدوات الاحصائية (ومنها مربع المحيد النموذجي) وطبق بنجاح قوانين علم الإحصاء في ميدان علم الوراثة. وكان أول من نشر، منذ عام 1922، نظرية وراثية للتطور ترتكز على فكرة «التوازن المتكيّف»، مرحلة أخيرة للانتقاء. بالنسبة إلى فيشر، فإن تاريخ فئة هو نتاج التناوب بين فترات عدم التوازن المرتبطة بظهور ألائل جديدة

(*) أسيل: متماثل العوامل الوراثية.

وفترات توازن تنتج عن انتقاء أليل هو أكثر تكيفاً. إن الانتقاء الطبيعي قد يكون هنا لحقيقة كونه مجانساً. ومنذ عام 1924، وجّه عالم الوراثة الانجليزي جون بوردون ساندرسون هلدان انتقادات لرؤية فيشر، وبخاصة لاستقلالية المورثات في المعالجة الاحصائية. إن هلدان وهو الذي عمل في مبحث الخلايا الوراثية حول مشاكل الارتباط (Linkage) عرف أهمية التغيرات الصبغية بالنسبة إلى التطور.

بدءاً من ثلاثينيات القرن الماضي، تمت إعادة تحليل نظرية التطور على ضوء مجمل المعارف التي حصل عليها علم وراثة المجموعات الحيوية للوصول إلى تكوّن نظرية تركيبية للتطور، مازالت تسمى «التوليفة». وشارك إرنست ماير، عالم الطبيعة، وعالم التصنيف الشهير في إعادة الصياغة تلك مع تيودوسيوس دوبزانسكي عالم وراثة المجموعات السكانية وعضو مجموعة مورغان، وجورج غايلور سيمبسون (George Gaylord Simpson) عالم بالمتحجرات وجوليان هكسلي عالم الأحياء وحفيد توماس هكسلي «كلب داروين». كل منهم شارك في ذلك مقدماً رؤية لنظرية التطور من وجهة نظر «تخصصه». ولقد لعب دوبزانسكي في هذه المجموعة دوراً رئيساً، سواء بأصالة إسهامه أم بإنتاجه العلمي الجليل. وهو أيضاً الأول في المجموعة الذي نشر عام 1937، كتاب **الجينات وأصل الأنواع** (*Genetics and the Origin of Species*)، وهو سيبقى مرجعاً في مجال التوليفة بين نظرية التطور والوراثة الحديثة[15]. وقد أعلن ذلك الكتاب عن نتائج وضع قواعد الوراثة بمنظور من يؤمن بنظرية النشوء والارتقاء. وهكذا، فإن دوبزانسكي المشترك مع

(15) Theodosius Grigorievich Dobzhansky, *Genetics and the Origin of Species,* With an Introduction by Stephen Jay Gould (New York: Columbia University Press, 1982).

مجموعة مورغان، ربط أرجحية الشذوذات الصبغية، التي رسم خريطتها لدى ذبابة الخل في الحالة البرية، بقيمة انتقائية تفاضلية للطفرات. وفي كتابه **الجينات وأصل الأنواع**، بيّن بوضوح أن التغيرات الملاحظة في المجموعات السكانية في الحالة الطبيعية بحسب مفهوم داروين مرتبطة بطفرات وأن تلك يمكن أن تكون لها قيمة انتقائية مختلفة. من جهة أخرى، فإنه قدم تعريفاً حديثاً للنوع كمجموعة تكاثر. وأخيراً، فإنه لاحظ آليات مختلفة للانتواع(*) مرتبطة سواء بانعزال جغرافي، أو بانعزال تكاثري. بفضل هذا الكتاب أثّر دوبزانسكي بقوة بالمؤسسين الآخرين للنظرية التركيبية للتطور والذين منهم بشكل خاص إرنست ماير وجورج سيمبسون.

إن جورج غايلور سيمبسون، وهو عالم متحجرات شهير، قد قدم خطاب النبل لهذا الميدان من العلوم الذي لم يكن حتى ذلك الحين إلا مرقاة لنظرية التطور. في عام 1944 نشر كتاب **الزمن وأسلوب في التطور** (*Tempo and Mode in Evolution*) الذي ساهم في إعادة إدخال الدور المركزي للزمن في علم الأحياء وفي إظهار أن التعديلات الملاحظة على مستوى الأزمان الإحاثية تجد مصدرها في التعديلات التي دفعت إليها الطفرات على مستوى زمن علماء الوراثة[16]. لقد أدخل سيمبسون إلى علم المتحجرات علم الاحصاء الحيوي والأداة الاحصائية لقياس التغيرات في المجموعات الحيوية المنقرضة.

وبشكل متواز، وفي عام 1942، نشر الانجليزي جوليان سوريل هكسلي (Julian Sorell Huxley) والأميركي إرنست ماير كتابين ختما إنجاز التحضير للنظرية التركيبية للتطور. إن جوليان هكسلي في كتابه

(*) الانتواع: تشكل تطوري لنوع جديد.

(16) Mayr, *Histoire de la biologie: Diversité, évolution et hérédité*, vol. 2: *De Darwin à nos jours*.

التطور، التوليف الحديث (*Evolution, the Modern Synthesis*) أعاد بناء التوليفة بين وراثة المجموعات الحيوية ونظرية التطور[17]. لقد هاجم آنذاك مسألة تعريف النوع وآليات الانتواع. بيد أن كتابه ظل عاماً إلى حد مفرط وسيكون أقل شهرة من كتاب إرنست ماير. إن ماير وبكتابه **الأنساق وأصل الأنواع**[18] (*Systematics and the Origin of Species*) كان يطمح إلى الرد على كتاب **الجينات وأصل الأنواع** الذي نشره قبل خمس سنوات دوبزانسكي. وكان الكتاب على مستوى طموحاته. إن دور النوع محدد فيه بدقة، وآليات الانتواع والتكيّف مفهومة بشكل أفضل. لقد فصل آليات التكيّف داخل الأنواع المتعلقة بتكيّف نوع مع بيئته أو التطور الصغير، عن آليات التكيف التي تؤدي إلى الانتواع أو التطور الكبير. داخل مجموعة حيوية أو بين مجموعات حيوية، تكون التحولات الوراثية حرة. وإن العقبة الوحيدة أمام التحولات الوراثية هي آنذاك ممثلة بالانتواع. في الواقع، إن نوعين مختلفين، وإن كانا قريبين من ناحية تطور السلالات، إلا أنهما لا يستطيعا التلاقي أي تبادل المادة الوراثية. هذا هو أساس تعريف النوع لدى ماير: يجمع نوع ما مجموعة أفراد تهجينية. وهذا التعريف هام. وهنا يكمن إسهام النظرية التركيبية التي فيها النوع الأحيائي وحدة تصنيف وتطور في آن واحد. إن النوع هو إذاً ركيزة التطور. وما إن تنجز آلية الانتواع، حتى تكون العودة إلى الوراء مستحيلة. وبالعكس، فإن وسط النوع تحدث الآليات التطورية. إن

---

(17) George Gaylord Simpson, *Tempo and Mode in Evolution,* A Columbia Classic in Evolution (New York: Columbia University Press, 1984).
(الطبعة الأصلية عام 1944).

(18) Ernst Mayr, *Systematics and the Origin of Species,* With an Introduction by Niles Eldredge, Columbia Classics in Evolution Series (New York: Columbia University Press, 1982).

النظرية التركيبية جعلت مكاناً هاماً لآليات الانتواع. في الأصل، فإن الآلية التي وصفها ماير هي آلية الانتواع الجغرافي التي تسمى أيضاً انتواع المناطق المتباعدة. وإن دراسة وراثة المجموعات الحيوية قد سمحت بتبيان أن الفئات القريبة جغرافياً، لكن دون تبادلات، تنزع إلى التباعد بسرعة واضحة. إن تلك الظاهرة ميسّرة في حالات الانعزال الجغرافي المميّزة، كما في الجزرية(*). إن تشارلز داروين نفسه، مع براقشه(**) الشهيرة، قد استفاد من التأثير المسرّع للجزرية. وبالعكس، فإن الهجرات تنزع إلى تقليص التباعد الوراثي بين المجموعات الحيوية. في هذا النموذج، فإن الحدث الذي هو خلف الانتواع يكون خارجياً، إنه الحاجز الجغرافي الذي يدفع إلى تباعد المجموعات الحيوية، وتلك وإن هي متقاربة، فإنها لم يعد بوسعها التكاثر ويصبح الانتواع آنذاك منجزاً. لقد رفض إرنست ماير نموذج الانتواع في المجموعات الحيوية التي تتساكن معاً (نموذج انتواع يسمى سامبتريك(***) قد تكون تغيرات وراثية قد فرضته وهي تجعل الأفراد المتغيرين غير قابلين للتهجين مع آبائهم). وقدم لاحقاً نموذج الانتواع البيريباتريك (مجموعة حيوية صغيرة محيطية في الموضع البيئوي الذي ينعزل).

لقد تم تدريس التوليفة، منذ وَضْع قواعدها، بوصفها مذهباً غذّى أجيالاً من علماء الأحياء، وذلك قبل إطلاق اقتراحات جديدة لعدد من الأفراد المعترضين والتي عدّلت بشكل ملموس النموذج الأولي.

(*) جُزرية: حالة بلد مؤلف من جزيرة أو أكثر.

(**) مفردها برقش وهو عصفور مغرد.

(***) تشكل أنواع جديدة مع غياب الحاجز الجغرافي.

بعض مظاهر التطور الحديثة: نظرية محطّ نظر ثانية؟

إن النظرية التركيبية للتطور محّصتها، وأغنتها وحتى فنّدتها، ليس في واقعيتها وإنما في التحليل النقدي لمحركاتها، عدة نماذج نظرية حديثة: هنالك من جهة النموذج الحيادي للتطور لـ موتو كيمورا (Motoo Kimura) الذي سرعان ما أُلحق بعدد من علماء الحيوان الآخرين في وجهات نظرهم، ومن جهة أخرى، هنالك كتاب ستيفن ج. غولد ونموذج التوازنات المرقّمة التي قدمها مع نيلز إلدردج (Niles Eldredge)، وأخيراً النموذج «التجزيئي» للتطور بحسب ريتشارد داوكينز (Richard Dawkins).

إن النظرية الحيادية للتطور أعلن عنها موتو كيمورا عام 1968[19]. لقد رأى أن التطور هو نتاج تراكم طفرات كثيرة وراثية دون أي قيمة انتقائية (قيمة حيادية) أو طفرات ذات قيمة انتقائية ضعيفة جداً. في هذا النموذج، ينجم التطور إذاً عن تثبيت طافرات[*] عشوائية انتقائياً حيادية وليس عن انتقاء إيجابي تقليدي. إن هذا النموذج مختلف تماماً حيث أن محرك التطور هو الانحراف الوراثي للمجموعة الحيوية وأيضاً الانتقاء الايجابي لبعض الألائل. إن بعض الألائل (وحتى أغلبها) يلغيها الانحراف العشوائي، في حين أن أقلية هي فعلاً تحمل قيمة انتقائية إيجابية داخلية. بحسب رؤية كيمورا، فإن التطور معكوس تماماً في محركاته. إن الانتقاء الطبيعي لم يعد يلعب إلا دوراً من الدرجة الثانية، بما أن غالبية الطفرات ليس لها أي قيمة انتقائية. وقد قدم كيمورا وفريقه عدداً من البراهين[20].

(19) M. Kimura, «Evolutionary Rate at the Molecular Level,» *Nature*, vol. 217 (1968), pp. 624-626.

(*) طافر: متولّد عن طفرة جينية.

(20) المصدر نفسه.

لقد استندت الحجج على سبيل المثال على حقيقة أن المورثات المرمّزة لبعض البروتينات يمكن أن تطرأ عليها طفرات في بعض المناطق دون أي انعكاس وظيفي على نشاط تلك المناطق في حين أنه وفي مناطق أخرى (موقع نشيط لأنزيم، منطقة تفاعل مع بروتينات أخرى) فإن الطفرات تغير تماماً وظائفها. وينتج عن ذلك أنه في بعض المناطق تتراكم الطفرات دون أي انعكاس وظيفي (وبالتالي دون أي قيمة انتقائية) في حين أنه في مناطق أخرى، فإن الطفرات أندر بكثير، وذلك لأنها حينما تحدث، فإن الانتقاء يلغيها بسبب قيمتها الانتقائية السلبية. إن النظرية الحيادية للتطور ليست في تعارض تام مع النموذج الدارويني الذي فيه يوجه التطور الانتقاء الطبيعي، لكنها بالأحرى تكشف عن وجه خفيّ للانتقاء الطبيعي. إنها تبرز الدور الغالب للانحراف العشوائي على المستوى الجزيئي وترجع ظهور الطفرات انتقائياً إيجابية إلى مرتبة الظواهر الاستثنائية.

في عام 1972، ألقى غولد وإلدردج حجراً في بركة النظرية التركيبية للتطور[21]. وباستنادهما إلى دراسة مختلف الأحفورات في طبقاتها الجيولوجية، اعتبرا على العكس أن التطور ليس تدريجياً. يبدو أن كل شيء يشير إلى أن بعض الأنواع لا تتطور على مدى فترات طويلة تمتد لعدة ملايين من السنين، قبل رؤية ظهور تغيرات تطورية فجائية دون أنواع متوسطة. في الفترات الطويلة من الركود التطوري يكون النوع خلالها في توازن مع وسطه تتوالى فترات الانتواع التي ترقّم كل فترة. إن التطور قد يكون له درجة سرعة

(21) Niles Eldredge and Jay Gould, in: Thomas J. M. Schopf, eds, *Models in Paleobiology* (San Francisco: Freeman, Cooper, [1972]), and Jay Gould and Niles Eldredge, «Punctuated Equilibrium Comes of Age,» *Nature*, vol. 366 (18 November 1993), pp. 223-227.

عزف. إن تلك الرؤية تتناقض مع نموذج داروين الذي يصيح قائلاً: «كما أن الانتقاء الطبيعي لا يحدث إلا بتراكم التغيرات الخفيفة، المتتالية والملائمة، فإنه لا يمكن أن يقدم تعديلات هامة أو مفاجئة، إنه لا يمكن أن يعمل إلا بخطوة بطيئة وقصيرة.

إن تلك النظرية تجعل من السهل فهم البديهية التالية: «إن الطبيعة لا تقفز (Natura non facit saltum) فكل فتح علمي فيها يوضح كل يوم مزيداً من الحقيقة»[22]. إن داروين قد تأثر على الأرجح في ذلك الزمن بنموذج تطور تدريجي مرتبط بالتقدم. إن تلك الفكرة قد بقيت طويلاً لدى داروين وأنتجت مفهوم التدرّجية: إن الأنواع تتطور بتعديلات تدرجية مستمرة خلال الزمن. وعلى العكس من ذلك يرى غولد وإلدردج أن التطور لم يحدث بطريقة تدريجية. توجد آثار كثيرة في الأُحفورات المتبقية من التعديلات ومن الإشعاعات العنيفة: الانفجار الإشعاعي الكمبري(*)، الانقراضات الهائلة للديناصورات في نهاية الدهر الثاني... وعلى النحو ذاته، غالباً ما خضع التطور لمراحل كبيرة من الركود على فترات تمتد لعدة ملايين من السنين، الأمر الذي أتاح لغولد وإلدردج أن يعلنا بأن «الركود هو القاعدة». أضف إلى ذلك، فإن استقرار الأنواع يثبّت بشكل خاص أثناء فترات عدم الاستقرار البيئي مثل التغيرات المناخية أثناء العهود الجليدية. إن تلك المعطيات سمحت بالتفكير بأن الاستقرار مرتبط بآليات فعالة وليس فقط سلبية. تلك المراحل من الركود تبعتها تسارعات عجيبة: ظهور فظّ لعدد من الأنواع،

---

(22) Darwin, *L'Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie.*

(*) كمبري: متعلق بالمرحلة الأولى من العهد البدائي وبالأراضي والمتحجرات الراقية إلى ذلك العهد.

مجموعات من التنوعات التي تتباين بشكل غريب مع الفترات التي قد سبقت. وإن تلك المعطيات كانت معروفة منذ وقت طويل، لكن تشكيلها النظري لم يتحقق إلا بفضل عناد وإصدار غولد وإلدردج. في الواقع، بالنسبة إلى جماعة علماء المتحجرات واختصاصيي التطور، فإن تلك المعطيات لم تعكس إلا عيوب حفظ واستخراج الأحفورات. إن المظهر المرقّم للتطور لم يعكس آنذاك إلا حالة علم مجزّأ قد تم طمس العديد من معطياته، وحتى أنها لم تحفظ أبداً. إن ذلك التفسير السلبي بشأن مظهر المعطيات، والذي ترسخ طويلاً، قد أتاح لمذهب التدرجية البقاء طويلاً.

وهكذا، فإن تطور السلالة التي أنجبت الحصان الحديث اشتهرت بنموذج التدرجية. والحال تلك، فإن هذه السلالة التطورية قد تمت إعادة تقييمها في إطار تطور مرقّم. إن هذا الموديل هو في الواقع أحد النماذج النادرة التي من أجله امتلك علماء المتحجرات كل الأنواع المتوسطة المتحجرة، الأمر الذي يمكن أن يعطي في الوقت نفسه الإحساس بتدرج تطوري والإحساس بوجود اتجاه للتطور. في الواقع، لقد خضعت جميع السلالات المتوسطة لفترات طويلة من الركود قبل أن تنتج، خلال فترات قصيرة، نسلاً جديداً. إن ذلك المثال الشهير ليس إذاً على الإطلاق هو الاستثناء الذي يؤكد القاعدة. وإن تلك النظرية قد أكدتها بانتظام إسهامات جديدة لعلم المتحجرات، والوراثة الجزيئية، وعلم الجنين المقارن. وهكذا، فإن التعديلات المخلّقة تستلزم طفرات وتعديلات في المورثات المشتركة في التطور. إن الضغوط الموجودة على تلك المورثات كبيرة، بما أن المورثات قد تم حفظها منذ ظهورها لدى اللافقاريات والفقاريات. إن ظهور طفرات مستقرة تسمح بنشوء نوع جديد هو إذاً على الأرجح حدث نادر، يفسر فترات الركود الطويلة. ما إن تظهر سلالة جديدة

حتى تعزل بسرعة ويصبح آنذاك نوع جديد مؤسساً في فترة زمنية قصيرة: الترقيم. في هذا النموذج، عكس غولد وإلدردج قوانين آلية التطور بحسب «التوليفة». في التوازنات المرقّمة، لا يكون الانتواع نتيجة التكيف. توجد مراحل كبيرة للانتواع السريع كما الحال عند الاشعاعات الكبيرة في بداية الدهر الجيولوجي الأول، ثم يحدث التكيف لاحقاً في أثناء المراحل الكبيرة من الركود التطوري.

وقد أعطى غولد أيضاً مكانة كبيرة للاحتمال ولدور الصدفة لاسيما في ظواهر الانقراض بالجملة. إن تلك الكوارث البيئية حدثت على الأقل عدة مرات في تطور الكائنات الحية، لكن أهميتها بخست قيمتها. وإن أسباب بخس القيمة تلك كثيرة. لكن ينبغي أن نرى في ذلك بشكل جوهري علامات عدم اهتمام علماء المتحجرات بأسباب ظاهرة لا علاقة لها بهدفهم في التقصّي. في الواقع، إن التفسير الأكثر عقلانية لتلك الكوارث التطورية هو حدوث تغيرات عنيفة في البيئة. إن الأمر يتعلق إذاً بظواهر مرتبطة باحتمالات حدوث خارجية وليس بآليات ذاتية في الحياة. مع ذلك، فإن تلك الكوارث لعبت على الأرجح دوراً جوهرياً في التطور. إن كانت الديناصورات التي سكنت الأرض مع بعض النجاح التطوري في نهاية الدهر الثاني(*)، لو لم تختف فجأة، لما أتيح أبداً للثدييات بأن تتطور وأن تنتج النوع البشري بعد ظهورها المفاجئ التطوري. إن التطور هو إذاً أيضاً مصنوع من تلك الاحتمالات.

ويعتمد تاريخ التطور على قدرة تكيف الأنواع مع بيئة عدائية غير محتملة لكن يمكن أن تحدث بسبب كارثة أرضية كبرى. لقد تلقى ستيفن غولد لوماً كبيراً على هذا البرهان، لأنه يستلزم إدخال الفرضية التي تقول بأن الشروط المختلفة كان بوسعها أن تظهر منافذ

(*) الدهر الثاني: الزمن الذي تكونت فيه المجموعة الثانية من الصخور الرسوبية.

أخرى في سيرورة التطور. إن كان من الواضح أن نتيجة أحداث محتملة لا تصبح محتّمة لأنها قد وقعت، فإن استخدام «شرط غير متوافق مع الحدث» كأساس للتفكير ينبغي أن يفحص بدقة. إن كلود دوبرو (Claude Debru) في كتابه **الممكن والتكنولوجيات البيولوجية** (*Le Possible et les biotechnologies*) قد فحص بدقة استخدام غولد لتلك الصيغة من البرهان[23].

وهكذا، فإنه يذكّر بإيضاح نلسون غودمان (Nelson Goodman) الذي بحسبه يقول: «إن الطبيعة نفسها أمر غير متوافق مع الحدث تعيق كل تثبت تجريبي مباشر عبر التحقق من سالفها». توجد هنا إذاً مشكلة علومية[*]. إن زعماً قدمه استخدام شرط غير متوافق مع الحدث هو ذو طبيعة يتعذر تزييفها برأي كارل بوبر (Karl Popper)، ذلك أنه من المستحيل في الوقت نفسه إرجاع الزمن وتخيل العودة إلى الشروط التي فيها حدثت الأحداث المحتملة للتطور مثل الانقراضات الكبرى. إن الاحتمالات المختلفة لتفرع المستقبل السابق الافتراضي غير قابلة للرّوز. وبالتعميم، فإن تلك التخمينات غير القابلة للروز ينبغي أن تفحص بأكبر قدر من الرهافة. كما ذكّر كلود دوبرو قائلاً: «كان هدف (ستيفن غولد) هو الاعتراض على الرؤى الجبرية للتاريخ، وعلى الإيديولوجية التي ترى في الانسان نتاجاً ضرورياً لتطور أحيائي(...) منجز. في ذلك البرهان، كان احتمال الحدوث معادل لمفهوم سيرورة تطورية كان من الممكن أن تأخذ اتجاهات مختلفة.

---

(23) Claude Debru, *Le Possible et les biotechnologies: Essai de philosophie dans les sciences*, avec la collaboration de Pascal Nouvel (Paris: Presses Universitaires de France, 2003).

(*) علومية: دراسة نقدية لمبادئ العلوم وأصولها المنطقية.

لكن انتقاد فكرة خاطئة، تعود لفلسفة جبرية، لا يكون بالضرورة عبر حجج ذات قيمة متساوية. إن الرغبة ببرهان مفرط ربما تظل أسيرة خيار سيء الطرح، وأسيرة أدوات عقلية قد تكون غير مناسبة». إن ذلك النقد ملائم، لكنه لا ينبغي أن يخفي ذكاء ملاحظات ستيفن غولد. في الواقع، إن كانت الحجة في حد ذاتها لا تحمل دقة كافية من وجهة نظر تحليل نقدي علومي، فعلى الأقل إن تلك الاقتراحات تحتفظ بقوة كشفية كبيرة. إن ستيفن غولد قد دفع إلى الأمام نظرية التطور كما لم يفعل أحد من قبل منذ ظهور «التوليفة». إن النظرات الناقدة لنظرية التطور منحتها تكريماً ملحّاً[24].

من جهة أخرى، فإن ستيفن غولد أوضح عدداً من النقاط الأخرى، مثل الاختلاف الموجود بين تنوع وتباين الأنواع الأحيائية. إن مفهوم التنوع بسيط فهمه. إنه يتعلق بعدد من الأنواع الموجودة في وقت محدد وفي نظام بيئي محدَّد. بالمقابل، فإن التباين هو عدد الأنواع التي تستخدم المستوى نفسه من التطور. بحسب حجة غولد، فإن عدد مستويات التطور المستخدمة من جانب الحيوانات هي في الواقع محدودة نسبياً.

وفي أيامنا الحاضرة، فإن التباين الأحيائي هو أكثر محدودية مما كان عليه خلال الإشعاع الكبير الذي حدث في المرحلة الكمبرية. إن تحليل الحيوانات التي يحويها حجر شيست بورغس (Schiste de Burgess) كشف عن وجود حيوانات عجيبة لا تكشف بنيتها عن أي تماثل مع ما هو معروف حالياً. لقد اختفت تماماً بعض مستويات التطور مثل ثلاثيات الفصوص(*). ويرى ستيفن ج. غولد، أن ذلك

(24) Phillip E. Johnson, *Le Darwinisme en question: Science ou métaphysique?* ([Paris: Pierre d'Angle, 1996).

(الطبعة الأصلية الانجليزية عام 1989).

(*) ثلاثيات الفصوص: طائفة من المفصليات المنقرضة.

الاختفاء هو على الأرجح محتمل تماماً. أي إن عاد مجرى تاريخ الحياة مرة ثانية في لحظة الانفجار الكمبري، فإن مستويات تطور مختلفة تماماً عن تلك التي استطاعت البقاء قد يمكن أن تكون مصطفاة. ويرى غولد أن الصدفة، والبيئة المحتملة يلعبان دوراً أساسياً في التطور كما أوضح ذلك في كتابه **الحياة جميلة**[25] (*La Vie est belle*).

وفي هذا الكتاب، يعرض متبحّراً إشكالية المستحاثات الرائعة لحجر شيست بورغس، وكذلك القصة الغريبة لاكتشافها على يد تشارلز دوليتل والكوت جونيور (Charles Doolittle Walcott Jr.). ويذكّر أيضاً باكتشافهم من جديد، وبإعادة صياغة وصف ذلك الحيوان الأسطوري الذي يسمى بأوبابينيا (Opabinia) على يد هاري ويتنغتون (Harry Whittington) عام 1975. إن له خمس عيون، وقرناً جبهياً مزوداً بجزء من نصفين كل نصف تغطيه الأشواك في نهايته، وقناة هضمية مركزية تشكل حرف «U» في مستوى الرأس، وجزءاً أساسياً من خمسة عشر فصّاً! إن انقراض الحيوانات المدهشة بقدر ما هي معقدة يطرح بالطبع سؤالاً عن سبب اختفائها القاسي. وإن ستيفن غولد يطرح أيضاً السؤال المحتوم: «وماذا لو عرضنا مجدداً فيلم الحياة؟ التجربة الحاسمة». ويوضح في موضع آخر قائلاً: «بوسع جماعات بأكملها أن تبقى حية أو أن تهلك لأسباب ليس لها أي علاقة بالأسس الداروينية للنجاح في الوقت الطبيعي. وحتى لو أن الأسماك هذّبت تكيفها إلى حد بلوغ قمم الكمال المائي، فإنها ستهلك جميعها في حال تجفيف البرك. لكن ذلك السمك الرئوي الرث القديم، سخرية علماء الأسماك، استطاع في شروط كهذه، التخلص من المأزق - ليس لأن انتفاخاً على زعانف والد جده نبّه أسلافه إلى اصطدام وشيك

(25) Jay Gould, *La Vie est belle* (Paris: Seuil, 1991).

لمذنّب. لقد انتصر السمك الرئوي القديم وسلالته لأنهم تمتعوا بميزة تشريحية ظهرت قبل وقت طويل واستخدمت حتى ذلك الحين لغايات أخرى: وبالصدفة، سمحت لهم بالبقاء على قيد الحياة لدى وقوع تغير مفاجئ وغير متوقع في ظروف البيئة».

وقدم ريتشارد داوكينز، الأستاذ في جامعة أكسفورد، رواية مختلفة أخرى عن نظرية تطور الكائن الحي. لقد افتتن داوكينز بالآليات التي نظمت ظهور الكائن الحي. لذلك فهو اختار نموذجاً يمكن أن يعطي بعقلانية شرحاً له. يرى داوكينز أن المثال الداروينى قد تبدل موضعه، وتجزأ. إن هدف الانتقاء الطبيعي لم يعد الفرد وإنما. . . المورثة. لكن داوكينز لم يتوقف عند ذلك الحد. وإنما دفع ببرهانه حتى النهاية. كل شيء يحوّل إلى المورثة. وكل فرد منا ما هو إلا تعبير متناسق عن خليط من المورثات المورّطة في «ماكينة البقاء». يقول داوكينز: «لا توجد إطلاقاً، في بعض المناسبات، إلا المورثات، من أجل رفع رفاهها الفردي، تنظم التآزرات اللامبالية، أو حتى التضحية الذاتية للعضوية نفسها. لكن رفاه المجموعة هو دائماً نتيجة فجائية، وما من عنصر محرك. وهذا ما يعنيه تعبير «المورثة الأنانية»[26]. إن المورثة هي الهدف الحقيقي للانتقاء الطبيعي. والفرد، ومجموعة الفرد، ومجموعة أنواع من أنواع سلفيّة مشتركة، والنوع كلها كيانات قضى عليها تماماً ذلك النموذج الجديد. وإن بقي محرك التطور ذاك الذي اقترحه تشارلز داروين، فإن محرك داوكينز جديد تماماً. انطلاقاً من الفكرة الرئيسة «مورثة ـ أنانية»، أدخل داوكينز وقدم رؤية للكائن الحي تتمحور تماماً حول المورثة.

---

(26) Richard Dawkins, *Le Gène égoïste*, trad. de l'anglais par Laura Ovion (Paris: O. Jacob, 1996),

(الطبعة الأصلية الأنجليزية عام 1976).

لقد أصبحت المورثة، الكينونة التي يؤثر عليها الانتقاء الطبيعي، هي الجوهر نفسه لتميُّز الكائن الحي. إن نتاج تعبير المورثة: النظام الخلوي، والكائن الحي مع نمطه الظاهري الوراثي، وطبعه، وقوته وضعفه لم يعودوا إلا الدعم المادي للمورثة. إن المورثة آنئذ يجسدها النمط الظاهري الوراثي. والخلية ما هي إلا التعبير المعيق للمورثة، كحال الجسد بالنسبة إلى الروح.

إن المورثة الأنانية هي الهدف الحقيقي للانتقاء الدارويني. وإن هدفها الوحيد «في الحياة» هو تحسين تكاثرها. يقدم لنا داوكينز إذاً حياة تتمركز حول المورثة وهي ليست فقط مورثة أنانية وإنما مورثة ـ ملكة في مركز عالم قاحل. إن المورثة هي مركز كل شيء، تدير كل شيء، وتراقب باستبداد زورقها، خالدة في رسالتها. مركز اهتمامها الوحيد هو تنسُّخها، مهما تكن المركبات الجسدية التي تستعيرها خلال رحلة تجوالها. إن تلك الرؤية هي بلا شك مبسَّطة بأكثر من معنى. وهو بتركيزه الوظائف الكبيرة «الملكية» الخلوية، الواقعة في المركز الهندسي لجميع الخلايا، كان من المفاجئ ألا يعزى إلى المورثات ما هو أكثر من الحدّ. ولم ينج داوكينز من النقد، حينما أعطى المورثة بعداً أثيرياً، مشابهاً للروح في نموذج نظرية التقمص. ترى هل ينبغي إدراك مورثة ـ ملكة، أم مورثة ـ أنانية، أم مورثة ـ إلهة؟

بيد أن تلك الرؤية تعززها عدة وقائع في علم أحياء حقيقية النواة. وإن تلك النظرية للمورثة ـ الأنانية قد عززتها حتى نظرية (ADN) ـ الأناني، بدايةً عبر الوفرة الكبيرة جداً لسلاسل غير مفيدة ظاهرياً، أو على الأقل الوفرة الزائدة في مجينات حقيقية النواة. وهكذا لا يبدو أن لبعض السلاسل وظائف أخرى سوى تكاثرها على حساب متعضية معقدة... إنه (ADN) الأناني، الذي هو إضافة

لذلك خامل، وهدفه الوحيد هو التضعيف الذاتي والحفاظ على الحالة في المجين. من جهة أخرى فإن التحليل المقارَن للسلاسل في علم النسالة الجزيئية أظهر أن سرعة تطور المورثات لم يكن أبداً موحَّداً، وإنما العكس هو الصحيح. إن التحليل المقارن للسلاسل هو إذاً جليّ. إن المحرك النشوئي لا يدور مطلقاً في النظام نفسه داخل المجين. بعض المورثات تتطور بسرعة، في حين يبدو أن بعض المورثات الأخرى ثابتة دائماً. إن الكينونة الملائمة لتحليل الانتقاء الطبيعي ليست إذاً الكائن الحي في تعقيده، وإنما المورثة، الكينونة الفردية، الذي هدفها الأناني الوحيد هو أن يتم نقلها إلى الجيل التالي. إن الكائن الحي لم يعد كلاً ينظر إلى إحكامه المعقد بكل إعجاب، وإنما مزيجاً فوضوياً.

ووسط هذا الخليط، كل مركّب من مركبات المجين لا يهتم إلا بمصلحته الخاصة ساعياً إلى التنسّخ بأفضل طريقة ممكنة. في داخل المجموعات الحيوية، يحذف الانتقاء الطبيعي المورثات الأقل قدرة على البقاء ويصون الكينونات الوراثية الأكثر ملائمة، التي قد يكون لها حق التكاثر. مع ذلك التعريف، تتخلص المورثة بشكل سيء نسبياً من الورطة، بما أن تلك المورثة ترتكز على وحدة وظيفية للسلاسل (ليست خطية دائماً) يكون هدفها الوحيد هو التعبير المنظّم عن ناتج. في المورثة، لا يوجد قط مفهوم نجاح تكاثري. في هذا المنظور للمورثة ـ الأنانية، تفقد المورثة أهميتها لصالح السلسلة. إن السلسلة ليست بالضرورة متضمنة في بنية وظيفية يوجّه تنظيمها غائياً نحو الإنتاج المنظّم لجزيء. إن السلسلة هي هنا، لا هدف آخر لها سوى التكاثر المتشابه. وإن ذلك المفهوم قد أوصل إلى نشر مقال شهير في مجلة **طبيعة** (*Nature*) في عام 1980 بقلم ليسلي أورجل (Leslie Orgel) وفرانسيس كريك (Francis Crick) بعنوان: **ADN الأناني: المتطفل**

الأخير[27] (*Selfish DNA: The Ultimate Parasite*). لقد جاءت تلك الأعمال بعد الاكتشاف المدهش كثيراً بأن المورثات في الأنواع العليا، كانت قد حددتها سلاسل غير مفيدة: الإنترونات التي استئصلت أثناء نضج جزيء (ARN) المرسال. في داخل مورثة، لا يبدو أن لعديد من السلاسل أي وظيفة، ما عدا مجرد تعطشها للتنسخ على حساب المورثة. هذه الإنترونات إذ تدفع ثمن التنسخ من أجل الفرد، لابد من اقتراح فرضية توضيحية لذلك التبديد الظاهر للطاقة بالنسبة إلى الخلية. لقد رأى أورجيل وكريك آنذاك أن تلك السلاسل متطفلة على (ADN)، سلاسل لا هدف لها في الانتساخ الأخير وإنتاجات جزيء قد يكون «روحه انتساخي» بمعنى ما قد تم تشويهها... وللمفارقة، فإن دور (أو غياب دور) سلاسل (ADN) تلك يظل عرضة لانتقاد كبير. ويبدو أن تحليلات حديثة أكثر دقة نتجت عن فك رموز المجين البشري قد كذّبت تلك الفكرة[28]. وهنالك دراسة تناولت مجمل سلاسل الصبغيات الواحد والعشرين لدى الإنسان وخمسة عشر من الثدييات الأخرى قد حملت على التفكير بأن المناطق غير المرمّزة للمجين تخضع هي أيضاً لضغط انتقائي. وهكذا فإن تلك السلاسل ذات «الدور» المجهول لا تكتفي فقط بوجود أناني، وبحضور خامل وغير ضروري، وإنما هي قد تلعب دوراً ما زال ينتظر استكشافه: تنظيم «بنية» المجين أو الصبغيات، وحتى الوظائف التي لم يتم حتى الآن تحديدها. ولكن هنالك نتائج ليست أقل حداثة تؤكد العكس! إن

---

(27) L. E. Orgel and F. H. C., «Selfish DNA: The Ultimate Parasite,» *Nature*, vol. 284 (1980), pp. 604 - 607

(28) E. T. Dermitzakis, [et al.], «Evolutionary Discrimination of Mammalian Conserved Non-Genic Sequences (CNGs),» *Science*, vol. 302 (2003), pp. 1033-1035.

استأصلنا لدى فئران منطقتين كبيرتين من مجين ليس لهما وظيفة معروفة، فإن تلك الفئران تبقى تتمتع بصحة تامة (على الأقل في الجيل الأول)[29]. وفي حين يعتقد البعض بأن التجريب على فئران يتفوق على تحليلات السلاسل المنجزة على الحاسوب، فإن المدافعين عن التحليل المعلوماتي يردون بأن نتائجهم هي موثوقة أكثر، لأن أمر بقاء جيل بالنسبة إلى حيوان هو برهان أقل قوة من حمل علامات وراثية لانتقاء دارويني لعدة ملايين من السنين...

من الناحية المنطقية، يمكن لكل مجموعة حيوية أن تتحول إلى مجموعة مورثات. وإن خلاصة حياة تلك المجموعة الحيوية تعطيها صورة نهر من المورثات يجري من منبع وحيد وانفصاله عنه بعدد من الفروع يمثل مقدار الأنواع خلال التطور. «بالنسبة إلى المورثة، لا يوجد إلا المشهد البعيد المدى لنهر (ADN) الذي يجتاز الأجيال، المحمية فقط إلى حين في أجساد خاصة، تتقاسم فقط إلى حين جسداً مع مورثات أخرى، رفيقات درب، والتي بوسعها «الرسوب» أو «النجاح» هي أيضاً»[30]. وفي داخل ذلك النهر من المورثات يحدث الانتقاء الطبيعي. لكن ذلك الانتقاء يمارس تأثيره فقط على المورثات. إن الحياة هي إذاً ذلك النهر من السلاسل التي تجري بسكينة، تعيقها الأجساد المتتالية التي تحميها، لكنها ليست، في النهاية، إلا ناقلات وقتية، منتجة تقريباً لذلك الدّبس من المورثات. إن تلك الرؤية تتعارض بالطبع تماماً مع «التوليفة» التقليدية وقد لاقت نقداً عنيفاً من جانب علماء المستحاثات ومنهم ستيفن غولد.

---

(29) M. A. Nobrega, [et al.], «Megabase Deletions of Gene Deserts Result in Viable Mice,» *Nature*, vol. 431 (2004), pp. 988-993.

(30) Richard Dawkins, *Le Fleuve de la vie: Qu'est-ce que l'évolution?*, sciences ([Paris]: Hachette littératures, 1997).

من نظرية التطور إلى التطبيق

يرى كارل بوبر أن نظرية التطور لا يمكن دحضها، وهي تبدو برأيه مقاومة استثنائية للزمن. وأن الطبيعة تبدو مطيعة لها مثل حيوان روّض من أجل عرض في السيرك. وبغرض البرهان، فإننا اخترنا مثالين حديثين، اكتشافين يتطابقان بشكل مدهش، حيث كان حدد المعارضون مواطن ضعف نظرية جرى توضيحها بشكل سيء: أصل الطيور، وأصل العيون في العالم الحيواني. وسنبين أخيراً أن الحقول الجديدة لاستكشاف نظرية التطور قد ظهرت مع ولادة «التطوري - التنموي».

كثيراً ما كانت ولادة الطيور هدفاً لمعارك عديدة شرسة. وحتى وقت قريب، كان الجدّ الوحيد المعروف للطيور هو طائر الأركيوبتريكس (Archaeopteryx) الذي تم اكتشافه في بافاريا عام 1846، ويقدّر عمره بمائة وخمسين مليون عام. يغطيه الريش وله هيكل عظمي يشبه هيكل الطيور، لكن له فك ذو أسنان وذيل يذكّر بالزواحف، إن تلك الأحفورة تطرح من المسائل أكثر مما تحمل من إجابات. وأحد النقاشات الكبرى تتعلق بقدرته الوهمية على الطيران. بالنسبة إلى البعض، فإن تشريح أجنحته دلّ على أنه لم يكن يستطيع الطيران. وحديثاً، كشفت دراسة لجمجمته بالمسح الضوئي أن دماغه كانت له مناطق حركية ومناطق بصرية شبيهة بتلك المناطق في الطيور الحالية وبالتالي فإن له دماغاً يتناغم مع الطيران[31]. وعلى عكس الأفكار التي جمّدت طائر الأركيوبتركس في دوره كحلقة ناقصة مشكوك في أصلها، فإن تلك الدراسة أعادت الأركيوبتريكس إلى زمرة الطيور ذات الأسنان! لكن الأسئلة تبقى عديدة: في ما يتعلق بالطيور،

(31) Patricio Domõnguez Alonso, «The Avian Nature of the Brain and Inner Ear of Archaeopteryx,» *Nature*, vol. 430 (2004), pp. 666-669.

إنه مسألة مبدأ مع النموذج التقليدي للبيضة والدجاجة، فنحن لا نعلم أبداً من هو الأصل بينهما. بالنسبة للوقت الحاضر، فإن ريش الطيور، الذي ما زال يسمى بنباهة بالقوادم، هي التي تطرح الإشكال. ترى هل ظهرت تلك القوادم حينما تعلم الطائر الطيران؟ أم لأن له ريشاً فقد استطاع تعلم الطيران. إن مسوّدة الإجابة جاءت من الصين، حيث هنالك مطيرة(*) تعود إلى ما قبل التاريخ هي في طور الكشف عنها. لقد جذبت مقاطعة لياأونينغ في الشمال الشرقي من بكين انتباه علماء المستحاثات من العالم أجمع. في عام 1996، تم استخراج نموذجين لديناصور لاحم، هو (Sinosauropteryx)، كان لهما شعر كثيف غريب، ليس هو فعلاً ريش، ولا هو في الحقيقة وبر، وذلك من طبقة يعود تاريخها لألف وخمسة وخمسين مليون عام... وجرى في زمن أقرب اكتشاف مدهش احتل العناوين الكبرى في مجلة **طبيعة**[32] (*Nature*). ولأجل ذلك، تم استخراج نوعين جديدين من المطيرة: (Caudipteryx zoui) و(Protarchaeopteryx robusta). لكن هذين النوعين من الديناصورات من عائلة ثيروبود يشبهان الطيور إلى درجة الالتباس. إن لهما منقار، ويشبهان ديكاً رومياً صغيراً يغطيه... الريش. إن الريشة وهي الخاصية ـ المفتاح للطيور بالنسبة إلى علماء المستحاثات، لم تعد كذلك، حيث أن بعض الديناصورات كانت تتباهى بريشها. على الرغم من اللغز الذي يثيره هذا الحيوان الصغير أمام علماء المستحاثات، فإن لذلك الحيوان أوجهاً ودية جداً. إنه يتيح في الواقع الفصل بين ظهور الريش وطيران الطائر، حيث توجد ديناصورات ذات ريش وغير طائرة. لأن هنالك أمراً مؤكداً: لم يكن

(*) مطيرة: بناء كبير لتربية الطيور.

(32) J. Quiang [et al.], «Two Feathered Dinosaurs from Northeastern China,» *Nature*, vol. 393 (1998).

ديـنـاصـور (Caudipteryx zoui) ولا ديـنـاصـور (Protarchaeopteryx robusta) يطيران. إن الرغبة في ربط الطيران بالريشة تستلزم غائية بين هاتين الكينونتين. إن الريشة قد تكون حاملة لمشروع طيران. والحال تلك، يبدو من الصعب تخيل عضو بالغ التعقيد لم يخلق من أجل هدف وحيد هو الطيران، دون الانقياد إلى التخلي عن فكرة الانتقاء الطبيعي الأعمى. ينبغي إذاً رد الاعتبار بسرعة إلى نظرية وراثة الصفات المكتسبة... إن الريش قد نما على الطيور وحلمه كان الطيران. إن ذلك الاكتشاف الحديث يضع حدّاً نهائياً لتلك النقاشات التي بدت أنها تخذل نظرية التطور الداروينية. لم تعد الريشة مخلوقة من أجل غائية وحيدة هي الطيران وكذلك ليست هي صفة مميزة للطيور.

وهكذا فإن نظرية التطور، على الرغم من تعرضها طويلاً للانتقاد، وإن بأسلوب حديث، فإنها تظل صامدة. وإلى الوقت الحاضر، ما من اكتشاف مستحاثي سمح بإبطال ثباتها. وكل الاكتشافات عدلت النموذج بلمسات صغيرة، لتعطي في كل مرة رؤية أكثر تلاحماً.

إن ظهور العين في عالم الكائنات الحية أبرز دائماً مفارقة حيث بدا داروين نفسه يشك بأصلها الذي يتوافق بصعوبة مع نظريته في التطور: «افترض أن مع كل تنظيمها الفريد من أجل التلاؤم مع مسافات مختلفة عن بؤرتها، ومن أجل السماح بكمية متغيرة من الضوء وتصحيح الانحراف الكروي واللوني، علي أن أعترف بأن تشكّل العين بالانتقاء الطبيعي يبدو أمراً محال جواز حدوثه»[33].

وأضيفت صعوبة ثانية إلى تلك الصعوبة الأولى، تتعلق بأمر

(33) Darwin, *L'Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie.*

مفاده أن ليس فقط العين المسماة كامروليز(*) ظهرت لدى الفقاريات، وإنما أيضاً هنالك نماذج أخرى من العين مختلفة كثيراً بنيوياً قد ظهرت في شعب(**) مختلفة.

إلى ذلك الوضع المعقد، قدمت بعض ميادين العلم مساعدة مثمّنة جداً: علم النسالة الجزيئية وعلم الأجنة الجزيئي. لقد اهتم علم النسالة بمقارنة الشعب المختلفة عبر تحليل سلاسل المورثات، في حين اهتم علم الأجنة بالتحليل الوظيفي للمورثات الداخلة في التخلّق. والواقع أن هذين الميدانين من العلم يلتقيان كثيراً بما أن الطبيعة، بطريقة مدهشة قليلاً، لكن في النهاية طبيعية جداً، كانت واسعة الخيال قليلاً واستخدمت مجدداً دون هوان المورثات نفسها لبناء بنى مختلفة اختلاف فأرة عن رجل أو فأرة عن ذبابة.

وهكذا، فإن عين جميع متعددات الخلايا تعمل بفضل الجزيء المستقبل ـ الضوئي نفسه، الرودبسين (الأرجوان البصري). وذاك مكوّن هو نفسه من مستقبِل ذي سبعة ميادين عبر الأغشية: الأوبسين(***)، المرتبط بعنصر متحسس للضوء من عائلة الريتيناليات الشكل، الريتينال. إن الريتينال المرتبط بالأوبسين يغير التشكّل حينما يلتقي بفوتون(****) (واحد يكفي). إن تلك الإشارة الدقيقة سيتم تحويلها جينياً في ما بعد، أي أن ذلك التعديل المتناهي الصغر المرتبط بالامتصاص الفوتوني سيحث شلالاً من تضخيمات الإشارة: تنشيط ترانسدسين، الذي يولّد الغوانوزين الأحادي الفوسفات الحلقي وفي النهاية تعديل النفوذية الغشائية

(*) Camerulaire: لها علاقة بالحجرة الأمامية للعين.

(**) مفردها شعبة (في تصنيف الأحياء).

(***) الأوبسين: بروتين في الشبكية العينية.

(****) فوتون: وحدة الكم الضوئي.

بالتأثير على القنوات الأيونية. ويمكن أن تنقل الإشارة أخيراً إلى العصبونات التي توجه الاندفاق إلى الدماغ. ويستطيع بالتالي الدماغ إدراك ـ نظرياً ـ شعاع ضوئي دقيق ينقله فوتون واحد! والأشد إدهاشاً في الأمر هو أن جميع الأعين في الأرض تستخدم المستقبِل الضوئي نفسه. بدءاً من الإنسان، ومروراً بالبقرة، والبعوض، والقشريات، كل ذلك العالم الصغير الذي يرى يحمل نظرة يظلِلها الأوبسين. وعلى ما يبدو، فإن ذلك المستقبل الضوئي لم يولد مصادفة حيث أننا نجده لدى بعض العتائق (الجراثيم) (Archeabacteries)، وإن السلف المشترك لدى حقيقيي النواة والعتائق لابد إذاً أن يكون لديه ذلك المستقبِل في الماضي السحيق. لكن التشابهات ما تزال تذهب أبعد من ذلك: إضافة إلى النظام الجزيئي المستقبِل، نجد أن المورثات المتدخلة في وضع العضو مترابطة.

وهكذا فإن مورثات (Pax6) البشرية والفأرية متماثلة في مورثة العمياء (Eyeless) لدى ذبابة الفاكهة. ولأجل المصادفة السعيدة، فإن هاتين المورثتين «المتماثلتين» تشارك كلتاهما في التخلّق العيني. لكن هاتين البنيتين البصريتين لا علاقة بينهما بنيوياً. إن عين كامروليير لدى الفقاريات لاعلاقة لها بعين الذبابة ذات الوجيهات. ومع ذلك، وفي البنيتين، تتدخل المورثات نفسها لتوجيه تشكيل هاتين البنيتين المعقدتين. إن ذلك الاكتشاف بالغ الأهمية من عدة وجهات نظر. فهو أولاً، يتيح بكل كياسة إبعاد فرضية أصل تعدد أنواع الأعين التي تنوعها هام في مملكة الحيوان، وبخاصة في شعبة اللافقاريات. إن الطبيعة لا تبتكر، والتنوع ما هو إلا ظاهري. إن الطبيعة لا تنجز إلا «إصلاحها المرمّق» المعتاد، مستحدثة جديداً مع الإرث الذي خلّفه سلف الكائن الحي منذ خمسمائة مليون سنة قبل التباعد الكبير بين

الفقاريات واللافقاريات. ويبدو أن المورثة الضابطة لتعبير الرودوبسين كانت تحت سيطرة المخلّقة لـ (Pax6) ـ الأولي. ثم سمح الاكتشاف بتغذية النقاش الذي تناول تماثل الأعضاء المختلفة مثل أعين الذبابة والإنسان.

هل تماثل المورثات المخلّقة يستلزم تماثلاً في الوظيفة؟ لا، إن عيني الذبابة لن تكونا أبداً مماثلتان لتلك الأعين القادرة على إغوائنا. إن التماثل هو بالتأكيد مورّثي، لكن على سبيل المثال، فإن (Pax6) يتدخل في تخلق بنى أخرى (الجهاز العصبي، أعضاء الحواس)، التي هي من الواضح أنها غير متماثلة كما يشير إلى ذلك فرانسوا غاسر: «إن تلك المورثات متماثلة في ذاتها، لكنها ليست عدّادات لعلاقات التماثل بالنسبة إلى أعضاء معتبرة، قد تمايزت في بيئات نوعية مختلفة تماماً. (...) إن مفهوم «التطور الفسيفسائي» ينطبق تماماً على مسألتنا إن هو حوّل من الفرد إلى العضو: إن تخلّق الأعضاء يشرك مورثات وتراتبات قديمة محفوظة، وأيضاً توليفات مورثات جديدة»[34].

إن الزمن، وهو الثابتة الفيزيائية التي لا يمكن فصلها عن دراسة الكائن الحي، راسخ في أعمق أعماق تنظيم مورثاتنا. وإن التحليل المقارَن لتلك المورثات يؤدي إلى اكتشافات مدهشة. خلال الزمن يتم نقل المورثات، لكن دورها قد انحرف، لتتيح بكل ليونة مدهشة بناء إنجازات جزيئية مختلفة جذرياً: الذبابة والإنسان. إن مورثاتهما المخلّقة متقاربة، إنها تملي التعليمات نفسها لكن على مستجيبين مختلفين وتصل إلى بنى تناقضية. إن الرسالة البنيوية هي

---

(34) F. Gasser, dans: *Pour Darwin*, sous la direction de Patrick Tort (Paris: Presses universitaires de France, 1997), pp. 976-1009.

إذاً مشوّشة: ففي حين أن التلاحم محفوظ دائماً على المستوى المورثي، نجد على المستوى البنيوي أن الانجازات تتباعد بشكل لافت. وحده تحليل تام لبنى مجينات أنواع عدة سيتمكن من أن يعطينا الترابط المنطقي التاريخي للرسالة التي يحملها كل فرد في أعمق أعماق ذاته.

لقد استفادت نظرية التطور منذ زمن قصير من ظهور حقل علمي جديد تماماً، ناتج عن تقدم علم أحياء النمو: التطور ـ النمو. هذا النمو الجديد للعلم يهدف إلى تحليل العلاقات بين آليات علم أحياء النمو وعلم أحياء التطور[35]. إن علم النسالة وعلم الأجنة هما حقلا علم كان لديهما تفاعلات كثيرة ومثمرة في التاريخ وواحدة من وقائعهما الأكثر قدماً والأشد لفتاً للنظر تعود إلى عام 1822. فقبل داروين بخمسة وخمسين عاماً، أطلق عالم الطبيعة الفرنسي إتيان جوفروا ـ سانت ـ إيلير (Etienne Geoffroy- Saint-Hilaire) نظرية المتقاربات، ففي مقال نشره في **مذكرات المتحف** (*Mémoires du Muséum*)، قارن جوفروا ـ سانت ـ إيلير تشريح سمكة الهوشع (من قسم الفقاريات)، مع كركند ينتمي إلى اللافقاريات. ولاحظ آنذاك، بحدس متألق، وحدة التنظيم بين الكائنين اللذين هما متباعدان ظاهرياً يقول: «وضعت الحيوان ليس كما يلقى على الأرض، وإنما كما يناسب تفحصه لمقارنته مع حيوانات من المرتبة الأولى. (. . .) وكم كانت دهشتي، وأي إعجاب تملكني، وأنا ألاحظ تنظيماً يضع تحت عيني كل الأنظمة العضوية لذلك الكركند بالشكل الذي رتبت فيه تلك الأنظمة لدى الحيوانات الثديية؟ على جوانب الحبل الشوكي، رأيت

---

(35) Elizabeth Pennisi and Wade Roush, «Developing a New View of Evolution,» *Nature*, vol. 277 (1997), pp. 34-37.

كل العضلات الظهرانية فرادى وجمعاً، وفي الأسفل كانت أجهزة الهضم والأعضاء الصدرية، وأسفل من ذلك أيضاً، كان القلب ومجرى الدم كله، وأدنى من ذلك، تشكل الطبقة الأخيرة العضلات البطنية فرادى وجمعاً»[36].

إن ذلك التشريح الشهير للكركند سينتج نظرية المتقاربات إذ يقول: «إني لا أبحث إلا عن دليل يؤكد صحة وقائعي الأولى، وليس فقط إني نلته، وإنما وجدت أن جميع الأعضاء ليّنة، أي أن الأعضاء الأساسية للحياة تنسخ لدى القشريات، ومن ثم لدى الحشرات بالنسق نفسه، وبالعلاقات ذاتها وبالترتيب نفسه لمثيلاتها في الفقاريات العليا»[37]. في تلك العبارات القليلة، يورد جوفروا ـ سانت ـ إيلير ملاحظات هي الأكثر سداداً في علم التشريح المقارن.

لسوء الحظ، فإن تلك الفكرة سيقاومها بحدة معارضوه وعلى الأخص منافسه الدائم جورج كوفييه. إنه سيناوئ بشراسة جوفروا ـ سانت ـ إيلير في الجلسات المشهودة لـ «أكاديمية العلوم». لقد قارن بعض الشهود عنف المشاجرات الكلامية بحدة معارك الشوارع التي هزّت آنذاك باريس التي كانت مرتعاً للثورة التي أدت إلى خلع آخر ملوك فرنسا، شارل العاشر. لقد حاول كوفييه ونجح في الاستهزاء بفكرة وجود تماثل ما بين الكائنات العليا مثل الفقاريات والحشرات الشائعة. بالنسبة إليه هنالك أربعة أقسام من الحيوانات المغلقة تماماً وبينها لا يوجد أي تماثل. وعلى الرغم من أن حجج كوفييه قد حازت باقتناع «الأكاديمية» آنذاك، فإن

---

(36) E. Geoffroy-Saint-Hiliaire, «Considérations générales sur la vertèbre,» *Mémoires du muséum national d'histoire naturelle*, vol. 9 (1994), pp. 89-119.

(37) المصدر نفسه.

جوفروا ـ سانت ـ إيلير المصعوق بفصاحة وإطناب خصمه كان على حق من الناحية العلمية. وإن رد اعتبار «المضحّى به» في أكاديمية العلوم لم يحدث إلا بعد وفاته. ولم يتم اكتشاف عناصر برهان نظرية المتقاربات إلا في وقت متأخر جداً (أكثر من قرن ونصف بعد موته)، بعد أن اكتشف علم أحياء النمو المورثات المخلِّقة. إن نظرية كوفييه(*) تم تزييفها بشكل ما حسب ما يرى بوبر، بما أن عنصراً من البرهان تم إدخاله للطعن في مكانتها.

في عام 1994، اكتشف فريقان مستقلان مورثة (sog) لدى ذبابة الفاكهة التي تحث على النمو البطني للجنين[38]، ولدى فقارية، هي الاكزينوب (برمائيات)، تحث مورثتها المماثلة (chordin) على النمو الظهراني للجنين[39]. إن اللافقاريات والفقاريات يمتلكان إذاً في مجينيهما مورثين متماثلين يعملان باتجاه متعاكس: (sog) و(chordin)[40]. إن قلب برنامج تماثل الكركند وسمكة الهوشع ما هو إلا تناسخ تطور المورثة السلفية نفسها التي أعطت (sog) و(chordin) وهما أبناء عمومة شرعا في العمل بعكس بعضهما بعضاً، بحسب

(*) الأصح هو: «إن نظرية جوفروا ـ سانت ـ إيلير».

(38) V. Francois [et al.], «Dorsal-Ventral Patterning of the Drosophila Embryo Depends on a Putative Negative Growth Factor Encoded by the Short Gastrulation Gene,» *Genes and Development*, vol. 8 (2002), pp. 2602-2616.

(39) Y. Sasai [et al.], «Xenopus Chordin: A Novel Dorsalizing Factor Activated by Organizer-Specific Homeobox Genes,» *Cell*, vol. 79 (1994), pp. 779-790.

(40) Scott A. Holley [et al.], «A Conserved System for Dorsal-Ventral Patterning in Insects and Vertebrates Involving Sog and Chordin,» *Nature*, vol. 376 (1995), pp. 249-253, and V. François, and E. Bier, «Xenopus Chordin and Drosophila Short Gastrulation Genes Encode Homologous Proteins Functioning in Dorsal-Ventral Axis Formation,» *Cell*, vol. 80 (1995), pp. 19-20.

محور التناظر الظهري ـ البطني. يوجد إذاً فعلاً تماثل ليس بتماثل بنيوي حقاً وإنما ترميز لبرنامج بين الفقاريات واللافقاريات.

إن داروين نفسه عام 1859، وفي كتابه «أصل الأنواع» تساءل حول التماثلات التي كانت موجودة خلال النمو بين أجنة الثدييات والأنواع البعيدة مثل الأسماك. لكن مقارنات داروين كانت أقل جرأة من مقارنة جوفروا ـ سانت ـ إيلير. لقد توقفت عند المقارنات بين الفقاريات! وفي عام 1860، أعلن عالم الأجنة الألماني الشهير إرنست هيكيل (Ernst Haeckel) في جملة ظلت شهيرة بأن «تطور الكائن الفرد يلخص علم النسالة». لقد حاول هيكيل المعجب المتحمس بداروين أن يعطي تفسيراً للتطور عبر نظريته في التلخيص. إن علم الأجنة سيظل فيمابعد جوهرياً ظاهراتياً خلال أكثر من قرن. وحتى يعترف فرانسوا جاكوب في نهاية السبعينات من القرن الماضي قائلاً: «إن علماء الأحياء يعرفون بالتفصيل التشريح الجزيئي لليد البشرية. وإنهم يجهلون تماماً الأسلوب الذي يملي فيه الكائن الحي على نفسه التعليمات لبناء تلك اليد، والتي يتكلمها ليشير بإصبع، والعملية التي يستخدمها لأجل تقليم ظفر، وعدد المورثات المشتركة، وتفاعلات تلك المورثات...»[(41)].

منذ تلك الملاحظة لفرانسوا جاكوب، وعلم أحياء النمو حرفياً أعيدت صياغته، منذ عشرين عاماً، بفضل الاكتشاف الرائع لأوائل المورثات المخلّقة، مورثات (Hox) التي تنظم التفلّق الأمامي ـ الخلفي للجنين. وإن بثائيهما المرمّزين كريستيان نسلين ـ فولهارد وإيريك وايشوس قد تمت مكافأتهما بجائزة نوبل للطب (مناصفة مع

---

(41) François Jacob, *Le Jeu des possibles: Essai sur la diversité du vivant*, le temps des sciences, ISSN 0293-7379 (Paris: Fayard, 1981).

إدوارد لويس)، ذلك أن أعمالهما سمحت أخيراً بتوضيح « لماذا» النمو الجنيني، دون التوقف عند مجرد «كيف» وصفية. وفي أعقابهما، تحالف علم الأجنة مع علم أحياء النمو من أجل تبادل تأثير أفضل. في الواقع، إن برنامج نمو فرد توجهه مورثات محددة، هو الأمر الذي جعل من الممكن الآن المقارنة بين الشعب. إن مركّب (Hox) نموذجيّ عن فائدة تلك المقاربة. ويتعلق الأمر بمقارنة كيفية جرى البدء بتكوين خطة النمو وماذا كان تاريخها. في الواقع، إن الحيوانات في الطبيعة لها أشكال بالغة التنوع، لكنها جميعها توجهها مورثات أو مجموعات من المورثات حفظت إلى حد كبير خلال التطور. وإن ضغط الانتقاء على تلك المورثات هائل لأن أدنى طفرة يمكن أن تكون لها تأثيرات كارثية على النمو الجنيني. إن أهمية التطور ـ النمو هي في محاولة فهم ما هو التاريخ التطوري لتلك المورثات بالغة الخصوصية.

وهكذا، وبعد اكتشاف المركب المورّثي (Hox) المرمّز لتكوين المحور الأمامي ـ الخلفي لجنين ذبابة الفاكهة، فإن المركب نفسه تم العثور عليه في أربع نسخ لدى الفأرة (ومجمل الفقاريات). إن ذلك المركّب تم حفظه إلى حد كبير بين الذبابة والفقاريات[42]. وبعد تجاوز ما يمكن أن يكون طرفة، أثبت أن طفرة على المورثة (Hox) يمكن أن تفسر تعديلات نمو الفكّ بين الزواحف والثدييات[43]. إن الزواحف لها فك لا تكون عظامه مدمجة، في حين أن الثدييات لها

(42) A. Graham, N. Papalopulu and R. Krumlauf, «The Murine and Drosophila Homeobox Gene Complexes have Common Features of Organization and Expression,» *Cell*, vol. 57 (1989), pp. 367-378.

(43) F. M. Rijli [et al.], «A Homoeotic Transformation is Generated in the Rostral Branchial Region of the Head by Disruption of Hoxa-2, Which Acts as a Selector Gene,» *Cell*, vol. 75 (1989), pp. 13333-1349.

فكّ ذو قطعة واحدة. وإن إدخال طفرة على مورثة (Hox) لدى الفأر يسبب النمو من فأرة إلى فكّ حيوان زاحف... وبشكل أكثر تفرداً، فإن القدرة على التحكم بالكلام هي ميزة النوع البشري. لقد بدأت تتفكك رموز شفرة الأسس المورّثية لقدرة الفرد على التحكم باللغة إلى مصطلحات جزيئية عام 2001. إن قصة ذلك الاكتشاف مدهشة جداً وتبين أن طرق الاكتشاف تتخذ غالباً مسارات فوضوية. لقد بدأت القصة باكتشاف عائلة (أطلق عليها اسم عائلة (KE)) تحمل مرضاً غريباً مورّثياً يتعلق بالصبغي الجسدي المتنحّي الذي أصاب نصف أفرادها ويتجلى بالعجز عن تملّك أي لغة إنسانية واضحة. إن الأبحاث التي جرت لفهم الأسس المورّثية لذلك المرض اليتيم توصلت آنذاك إلى عزل طفرة دقيقة في مورثة واحدة (تدعى (FOXP2) بدلاً عن (Forkhead box P2)) التي يوجد مكانها في الذراع الطويل للصبغي السابع[44]. لكن قصة ذلك الاكتشاف ذهبت أبعد من ذلك بكثير. فسرعان ما سلسلت المورثة وجرى البحث عن التماثلات المورثية في أنواع أخرى. وفي عام 2002 بيّنت دراسة أن تلك المورثة محفوظة إلى حد كبير في تطور الثدييات بما أنه لا توجد إلا ثلاث طفرات بين الإنسان والفأرة، وأن اثنتين من تلك الطفرات الثلاث قد ظهرتا بعد التباعد بين السلالة البشرية والسلالة التي أوصلت إلى الشمبانزي وشمبانزي صغير يدعى «بونوبو»، منذ زمن يتراوح ما بين أربعة وستة ملايين عام[45]. وحتى إن إحدى تلك الطفرات قد حدثت خلال المئتي ألف عام الأخيرة، موحية بقوة بأنها يمكن أن تكون لعبت دوراً كبيراً في ظهور «الإنسان العاقل».

(44) C. S. Lai [et al.], «A Forkhead-Domain Gene is Mutated in a Severe Speech and Language Disorder,» *Nature*, vol. 413 (2001), pp. 519-523.

(45) Wolfgang Enard, «Molecular Evolution of FOXP2, a Gene Involved in Speech and Language,» *Nature*, vol. 418 (2002), pp. 869-872.

إن الدور الوظيفي لتلك المورثة ينتظر تحديداً واضحاً، لكن دراسة أجريت على عائلة (KE)، تناولت الأشخاص المرضى والأصحاء، أظهرت أن الطفرات المغيّرة لوظائف (FOXP2) دفعت إلى تشوهات في نمو المناطق الدماغية (وخاصة منطقة بروكا) المتعلقة باللغة[46]. إن تلك النتائج توضح معطيات كثيرة لمستقبل جديد تماماً. والحال نفسه بالنسبة إلى لغز الشمبانزي الذي لديه أكثر من 99,4 في المئة من التشابه الجينومي مع الإنسان ويريد البعض إدراجه في نوع الإنسان[47] (Homo). إنه قادر على تعلم لغة إشارات متقنة جداً[48]، لكن وبشكل مثير للدهشة فإنه لا يمتلك أي قدرة على النطق المبين للأصوات. وهذا الاختلاف العميق بينه وبين الإنسان لا يرتبط بالبيئة، كما أثبتت ذلك محاولات تربية صغار الشمبانزي مع «عائلات بشرية». إنها طفرة صغيرة شقيّة هي التي منعت إذاً الشمبانزي من اتخاذ الصفة البشرية عبر اللغة، أكثر من كون الأمر تقييداً لملكاته الفكرية المقارنة بملكات أبناء عمومه من نوع الإنسان (Homo).

إن طفرة في مورثة تظهر حديثاً في التطور، من الممكن إذاً أن تسمح بإنسانية ظهور وامتلاك تلك الأداة الرائعة التي هي اللغة.

(46) Frédérique Liégeois [et al.], «Language FMRI Abnormalities Associated with FOXP2 Gene Mutation,» *Nature Neuroscience*, vol. 6 (12 October 2003), pp. 1230-1237.

(47) Derek E. Wildman [et al.], «Implications of Natural Selection in Shaping 99.4% Nonsynonymous DNA Identity between Humans and Chimpanzees: Enlarging Genus Homo,» *Proceedings of the National Academy of the United States of America*, vol. 100 (23 May 2003), pp. 7181-7188.

(48) Gardner R. Allen, «Teaching Sign Language to a Chimpanzee,» *Science*, vol. 165 (1969), pp. 664-672.

ويتضح أن تحليل بنية ووظيفة المورثات المتدخّلة خلال النمو هو مظهر فريد للمعلومات حول الطريقة التي يسمح فيها التطور بانبثاق الوظائف التي تتعقد أكثر فأكثر. وإن تأكدت تلك المعطيات، فإن طفرة صغيرة، أو تبدل جزيء بآخر في مورثة معينة كان من الممكن أن يزيد بشكل له دلالته نمو دماغ الحيوانات الرئيسة، المنتجة للإنسان منذ ثلاث مائة ألف عام. إن تلك الطفرة، ذلك الحدث العشوائي، ذلك الشيء الصغير كان من الممكن ألا يحدث. . . فيكون بالإمكان إذاً تخيل عالم دون تلك الطفرة، عالم تسكنه حيوانات رئيسة لا تجتاز حاجز اللغة، وتطورها الطويل لا يوصل إلى تطور الإنسان(*)، وإنما إلى أشكال تكيف أخرى.

وهكذا، فإن علماء أحياء التطور وعلماء الأجنة الذين جمّعهم ثانية التطور ـ النمو، يهتمون بتاريخية ثنائية. فعلماء الأجنة يفككون رموز الآليات الجزيئية لترتيب مخطط فردي ناجم عن تاريخ مجموعة مورثات تنسق مجمل الخلايا، في حين أن علماء أحياء التطور يفككون على مستوى الأنواع رموزاً تتعلق بكيفية وبأي آلية تاريخية تطورت تلك المجموعات من المورثات وجرى اصطفاؤها.

(*) تطور الإنسان (Hominisation): مجموع العوامل المطوّرة التي نقلت الإنسان من رتبة الرئيسات إلى حالته الحاضرة.

الفصل السابع

أصل الحياة: أي إشكالية للانبثاق؟

ما من مسألة حافلة مثقلة في تاريخ الانسان أكثر من مسألة أصله. إن تلك المسألة طرحت في جميع ميادين فكره، سواء أكان بشكل تقليدي ميداناً فلسفياً أو دينياً، أم بشكل إضافي في ميادين فنية عديدة. وهكذا، فإن بول غوغان كان قد رسم تلك اللوحة المقلقة بعنوان «من أين أتينا؟ من نحن؟ إلى أين نذهب؟» لقد بلور آنذاك ببضع ضربات من ريشته، وثبّت من أجل الأجيال القادمة تساؤل ميتافيزيقي. لقد اتصل بصفاء وغموض المشهد الذي يصور فتيات بولينيزيات ماجنات، قلق من أسئلة لا إجابة لها تتناول زاوية اللوحة. وفي سجل آخر، هنالك قصيدة بعنوان «من أين جئنا؟» لموريس كاريم تذكرنا بأن التساؤلات حول الأصول ليست حكراً على العلماء.

وفي النهاية، إن مسألة الأصل، التي اشتهرت بأنها لاقت الحل على يد تشارلز داروين عام 1859 بفضل كتابه الشهير حول أصل الأنواع، لاتزال بلا تغيير. لقد وصف داروين نموذجاً عاماً لتطور الأنواع بسيط نسبياً، ينطبق على نظام حي سابقاً. لكنه لم يستطع أن يحلل إلا تطور نظام حي سابقاً، مكوّناً من خلايا. إنه لم يعط أي

مؤشر حول الآليات التي يمكن أن تكون قد وجَّهت ولادة الخلية الأولى الحية. كيف نفسر ولادة الكائن الحي؟ ما من شيء في عصر تشارلز داروين كان يمكن أن يساعده من أجل إعطاء نموذج يتعلق بانبثاق الحياة. مع ذلك فإن داروين لم يكن يفتقر إلى الخيال ولا إلى الجرأة. إنه لم يستطع أن يمنع نفسه من التفكر. لقد انطلق عام 1871 من حلم قديم، مع نموذجه عن البركة الأصلية حيث تنقع عناصر الخلية ـ البدئية الأولى. كانت أمنيته واضحة في وضع نظرية توضح مجمل الظواهر منذ «سفر التكوين» إلى أيامنا. لقد احترس آنذاك كثيراً من أن يدع فكرة كتلك تظهر في كتابه **أصل الأنواع**. وحينما نعرف الفضيحة التي أثارها ذلك الكتاب وسط الرأي العام، على الرغم من تنقيته من كل مرجعية تحيل إلى تكوّن خارج الكتاب المقدس، نجد أن تحفّظ داروين كان أمراً مبرراً تماماً.

وتبقى مسألة انبثاق الكائن الحي الحاسمة. بأي حسن طالع يستطيع حدث غير محتمل ومعقّد مثل بناء خلية ـ بدئية أن يصل إلى غايته؟ وبشكل أخص، ما هي المبادئ الفيزيائية التي استطاعت بشكل معجز أن تلعب دور الجنية الطيبة في مهد الكائن الحي موجّهة خطة بارعة بكل إتقان؟ لأن ما من شخص يمكن أن يصدق أن ولادة الكائن الحي يمكن أن تكون قد تركت ليد الصدفة وحدها. إن الأمر بالغ التعقيد. إن احتمالية الحدوث العفوي لحدث كذاك كان من الممكن أن يتطلب زمناً يفوق عدة مرات العمر المعروف للكون. . . لكن من المعروف أنه لا يتوجب أكثر من فترة ضئيلة هي مليار عام بعد ولادة الأرض لرؤية حدوث أوائل خلايا عالم ماقبل الحيوي. وتنجم صعوبة أساسية أخرى عن عقبات مفهومية ونظرية، وفيزيائية لاسيما الديناميكية الحرارية. في الواقع، إن عالم ماقبل الحيوي لا يستطيع أن يخضع إلا لقوانين الفيزياء. والحال تلك، فإن تلك

الفيزياء لا تتكهن بشيء بالنسبة إلى الكائن الحي مع حاجز المبدأ الثاني المتعذّر اجتيازه، والذي بالنسبة إليه يكون خلق النظام مستحيل دون إدخال شياطين ماكسويل. لقد بدت الفيزياء الديناميكية الحرارية أنها تقيم حاجزاً لا يمكن اجتيازه أمام بناء الخلية الأولى ذاك. إن عالم ما قبل الحيوي والكائن الحي ظهرا متضاربين بشكل نهائي.

إضافة إلى ذلك، فإن مسألة الأصل معقدة سيما وأن آثار الأحداث البدئية مرتّبة. إن كتاب الحياة الكبير قد انمحى شيئاً فشيئاً، وصحّح، وكتب، وأعيد استخدامه، وأعيدت كتابته مثل رقّ أثري في كتاب طلاسم قديم. لكن كيف تتم معالجة وضع مؤسف، في حين أن مليارات من سنوات التطور قد مسحت، بلا قصد ولكن بشكل نهائي، من أرشيفات عديدة ضرورية لفهم التاريخ؟ كيف نجد آثار الأرشيفات المفقودة، الغارقة في فيض من المعلومات؟ إن الرجوع إلى الوراء سهل في المليار عام الأولى التي أعقبت ظهور التوالي(*)، لكن قبل ذلك، فإن الاستكشاف أصعب بكثير. إن وجود المستحاثة لم يعد في الواقع إخبارياً بالنسبة إلى الخلايا. وإن التشريح الخارجي لخلية يحمل القليل حول وظيفتها الداخلية. وإن الانفصال الكبير لفروع بدائيات النواة (البكتيريا الحقيقية والعتائق) وحقيقيات النواة ما يزال لغزاً. ما حكم الأحداث البدئية التي سمحت بولادة الخلية الأولى؟ على الأرجح إن الخلية الأولى قد تطورت في مابعد بسرعة بحسب الشروط البيئوية. من المعروف أن تركيب الغلاف الجوي الحالي يختلف كثيراً عما كان عليه في البدء. لقد مرت الخلية إذاً بحالات مؤقتة غير مستقرة بحسب التغيرات البيئوية. وإن المورثات التي تم اصطفاؤها أثناء نشوئها لم يعد لها على الأرجح علاقة مع

(*) التوالي: قسم عديدات الخلايا من المملكة الحيوانية.

المورثات التي كانت ضرورية فيمابعد للبقاء في بيئة مزعزعة. إن جزءاً كبيراً من المعلومات المورّثية الموجودة في الخلية الأولى من المحتمل إذاً أنها قد فقدت. وإن الأشكال الأولى من الكائن الحي لابد أنها تخلصت سريعاً من ذلك العبء المورثي الذي ضاع معناه في أقدم عهود التاريخ، ممحياً خلال مراحل وخلال إعادة تسجيلات متعاقبة.

انبثاق عن مصادفة سعيدة أم عن ضرورة فيزيائية «مسوّغة»؟

في كتابه **المصادفة والضرورة** يكتب جاك مونو النتيجة على هذا النحو: «إن التحالف القديم مقطوع، عرف الإنسان أخيراً أنه وحيد في الامتداد الحيادي للكون حيث هو انبثق مصادفة. وأيضاً مصيره، وواجبه لم يكتبا في أي مكان»[1].

لقد تجرأ جاك مونو على نطق الحكم: يعرف الإنسان أخيراً أنه انبثق مصادفة وسط محيط من اللااحتماليات. ومن لا يؤمن بالبعد الغامض للإنسان هو شخص يائس. ليس فقط، مشكوك في أصله، وإنما إضافة إلى ذلك، ليس لأصله أي معنى. أو بالأحرى، وفي أفضل الحالات فإن ذلك المعنى هو غياب كلي للسبب.

إن مفهوم انبثاق الكائن الحي يصعب فعلاً تصوره من وجهة نظر مونو. إنها الحجة الغائية التي هي الأصعب في الإدراج كما يرى. ينبغي القول بأن تلك الحجة كانت لوقت طويل مكبح علومي(*) أمام القبول نفسه بالانبثاق. إنها الحجة التي لا تقهر لوليام بالي، الأسقف

(1) Jacques Monod, *Le Hasard et la nécessité; essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne* (Paris: Editions du Seuil, [1970]).

(*) متعلق بالعلومية.

الأنجليكاني في القرن التاسع عشر، والذي كان «لاهوته الطبيعي» خصب خلال مرحلة ماقبل الداروينية في ذلك القرن. لقد طرح بالي حجة الغائية مع يقين برهان بالمحال. لقد طلب من القارئ أن يتخيّل نفسه وقد عثر على ساعة متروكة فوق شاطئ: إن أي شخص لا يعرف وظيفة الساعة سيكون بوسعه بسهولة أن يفهم أن تلك الساعة قد صنعها صانع حسب مخطط ولأجل هدف وحيد هو تحديد الوقت. إن ذلك الشخص سيستطيع بسهولة أن يفهم أن شيئاً ما يميز الساعة عن الحجر الذي وضعت عليه. إن ذلك الاختلاف هو وجود الخالق. بالنسبة إلى بالي، فإن ذلك التشابه صحيح فيما يخص الحياة: إن الحجة الصحيحة بالنسبة إلى الساعة، هي كذلك بالنسبة للإنسان. إن ما يميز الكائن الحي عن الحجر أو عن الرمل هو وجود خالق خلق الإنسان من أجل الهدف الأوحد في ممارسة الإنسان لوظيفته. إن كمال الكائنات الحية لا يمكن أن يكون على الإطلاق من عمل الصدفة، إنه «علامة صنع» من البارئ الرباني.

بالنسبة إلى مونو، فإن الحجة الغائية قوية جداً: كيف يمكن، انطلاقاً من الفوضى، تصور ولادة النظام؟ ما من نظرية أساسية سمحت بتوضيح المسألة. إن تفرد الظاهرة قد بلبل بشكل عميق جاك مونو. وإن النموذج الوحيد الذي يمكن أن يربط به الانبثاق هو نموذج قانون الاحتمالات. لكن ذلك الاحتمال ضعيف جداً بالجوهر وحدوثه كان منفرداً. كيف يبرهن على ظاهرة وحيدة في حين أن الاحتمالات لا تنطبق إلا على الأعداد الكبيرة؟ من جهة أخرى، فإن ظهور الخلية الأولى يرجع إلى «جدار صوت» حقيقي، عقبة لا يمكن اجتيازها. ما الذي يسمح بالتنبؤ بما سيعطيه الانتقال من حالة ما قبل الحيوي إلى النظام الخلوي الأول؟ في الواقع، لا يبدو الاثنان يعملان بحسب القواعد نفسها.

لقد أشار كثيرون إلى نظرية المعلومات لكلود إلوود شانون (Claude Elwood Shannon). ولفترة طويلة، لم يكن ينظر إلى تعقد الكائن الحي إلا بالمقارنة مع تعقد الرسالة الموجودة في المجين. إن تعقد الكائن الحي وتعقد الإشارة المورثية كانا آنذاك شبيهين. إن الكائن الحي ليس معقداً إلا لأنه يمتلك مجيناً تكون إشارته معقدة. وإن عدداً من نظريات انبثاق إشارة، انطلاقاً من ضجة قد ظهرت لتفسير بزوغ الحياة. إن داوكينز الذي قيّد بشكل غريب رؤية الكائن الحي برؤية المورثة وبالتالي بالمعلومات، يستند إليها من أجل إظهار الانبثاق. وفي كتابه **صانع الساعات الأعمى** (*L'Horloger aveugle*)، يقدم توضيحاً لانبثاق التعقد عبر الاصطفاء المتدرج للطفرات[2]. إن التغير لم يعد في أصل ضجة العمق، وإنما في أصل تماسك عبر تقييد أشكال جديدة هي الأكثر ملائمةً. إن ضجيج المتغيرية هو كمرتجع من أجل إعطاء تماسك للتطور. مع ذلك، فإن تلك النظريات تحددها بشكل عميق نظرية الاحتمالات. إن مجازفة رؤية انبثاق الحياة في تلك الظروف، وإن هي غير معدومة، فإنها ضعيفة جداً.

إن الكائن الحي، النظام المعقد المعاكس لقوانين الديناميكا الحيوية، قد يكون ظهر مصادفة، حسب إمكانيات حدوث محلية وشذوذية مجهرية للحساء الأولي. وتلك الرؤية تعطي الانبثاق رونقاً خاصاً. كان يكفي إذاً بضع تعديلات محلية لشواش الحساء الأولي لكي لا تنطلق شرارة الكائن الحي. إن الأرض قد لا تكون آنذاك إلا نسخة طبق الأصل عن جاراتها في المجموعة الشمسية، دافعة إلى ما

---

(2) Richard Dawkins, *L'Horloger aveugle*, trad. de l'anglais par Bernard Sigaud (Paris: R. Laffont, 1989).

الطبعة الأصلية الإنجليزية عام 1989.

لانهاية مسارها دون رؤية ما يشوّش عدوها من أقمار اصطناعية صغيرة لا تحصى أطلقها الإنسان. تلك التفرّدات الكونية لا تتضح إلا بإنتاج انبثاق ثم بتطور الكائن الحي، قادرين على فهم قوانين المادة التي تكوّن بيئته.

إن نموذج الانبثاق بالصدفة ذاك كان منذ ذلك الحين، هدف مراجعة عميقة مع إسهامات نظرية الشواش، القادرة بنفسها على التنبؤ بانبثاق تعقد محلي انطلاقاً من نظام خارج التوازن الديناميكي الحراري. لقد انتقل الانبثاق من وضع مصادفة بعيدة الاحتمال إلى وضع الحدث الضروري، نتاج تاريخ متماسك.

ويبدو أن الانبثاق يجب أن يكون محدداً بطريقة دقيقة. ما هو الانبثاق فعلاً؟ في الفيزياء الكلاسيكية، يقبل الانبثاق على أنه ظهور عنيف، بالنسبة إلى مستوى دراسات محدّد، لخواص جديدة لاشيء يسمح بالتكهن بوجودها عبر تحليل عناصر مستوى الدراسة الأدنى. بالنسبة إلى الفيزيائيين فإن الانبثاق هو ظاهرة عادية، والمثال الفجّ هو انبثاق خاصيات فريدة لجزيئات الماء، حيث ما من شيء يسمح بالتكهن بالنسبة لشخص ما لا يعرف إلا خاصيات ذرتي الهيدروجين والأوكسيجين. إن خاصيات جزيء الماء (كيميائياً ذرتي هيدروجين مرتبطتين بذرة أوكسيجين) التي تبدو لنا عادية جداً، ليست مع ذلك مسجّلة على مستوى الذرات التي تكوّنه! في الحرارة العادية، في مناخنا، يكون الماء سائلاً، في حين أن الأوكسيجين والهيدروجين هما غازيّان. إضافة إلى ذلك، فإن الهيدروجين والأوكسيجين سريعا الالتهاب. إن مزج نسب كيميائية تفاعلية لمقدارين من الهيدروجين مع مقدار من الأوكسيجين يُنتج تفاعلاً متفجراً يؤدي... إلى تكوُّن الماء. في حين أن الماء (الذي ما هو إلا اتحاد جزيئي بين نموذجين من الذرات) هو أفضل عامل لمكافحة الحرائق.

وماذا بشأن علم الأحياء؟ هل خاصيّات الكائنات الحية مدوّنة في العلاقات الفيزيائية ـ الكيميائية التي تحافظ عليها الجزيئات فيما بينها؟ هل انبثاق الحياة يبرز انقطاعاً حقيقياً بين الظواهر الفيزيائية ـ الكيميائية وبين الظواهر الأحيائية؟ بالطبع لا. لقد شكّك سابقاً كلود برنارد في إمكانية أن تحال جميع الظواهر الحيوية إلى تفسيرات فيزيائية ـ كيميائية. إن الكيمياء ـ الفيزيائية وعلم الأحياء لا يختلفان إذاً في مستوياتهما البنيوية. إن الإثنين يغمران جذورهما في القوانين نفسها في «المستوى الترتيبي» نفسه للمادة: الجزيء. ما هو انبثاق الحياة إذاً؟ إنها الآليات بمجموعها، في الزمن، التي سمحت بولادة نظام الكائن الحي بالمعنى الحديث للكلمة، منذ أكثر من 3,8 مليار عام: أي خلية قادرة على البقاء خارج التوازن الديناميكي الحراري. يصعب من الناحية المفهومية تخيل الانتقال من البركة إلى الخلية. إن الآليات ليست مع ذلك غير محتملة بما أنها قد حدثت. لكن، وحتى الوقت الحاضر، فإن انبثاق الكائن الحي كان ينظر إليه بعين الحذر.

لقد بدت الفيزياء عوناً فعالاً بعض الشيء بما أن الديناميكا الحرارية التقليدية علمتنا أن التطور العفوي لنظام ديناميكي حراري كان الفوضى. إن نتيجة كل نظام كانت حتماً حالة فوضى أكبر. في هذا السياق، كان ينظر إلى الحياة بعين الريبة لأنها لا تنحني للقانون العام. إن تلك المفارقة قد أسالت حتى مداد إيروين شرودينجر الذي يرى أن الخلية الحية امتصها القصور الحراري السلبي. ولم تبد الرياضيات أنها أكثر تعاوناً بكثير بما أنه، بغياب قانون فيزيائي يوضح انبثاق الحياة، كان قد لزم التصميم على انبثاق مرتبط بصالح الصدفة، والمشكلة الوحيدة أن نظرية الاحتمالات تعطي تكهنات تستلزم أزمان تحقيق تفوق أحياناً عمر الكون! لابد لعلم الأحياء إذاً من الإفلات من صرامة الرياضيات والفيزياء. وآنذاك أبصرت النور

نظرية فريدة: كونية الحياة(*). إن كانت ولادة الحياة لم تحظ بفرصة على الأرض، فإن لها احتمال حدوث أكبر إن اعتبر أن من الممكن أن تكون قد وقعت في مكان آخر ليتم فيمابعد «جلبها» إلى الأرض بواسطة وابل من الأشياء السماوية الموجودة خارج الأرض. يا لها من نظرة فريدة في جلب الحياة إلى الأرض العذراء! كيف يمكن لكائن حي، هو نفسه ثمرة تاريخ واصطفاء عبر شروطه في البقاء التجريبي، أن يرى نفسه مطروداً من بيئته الطبيعية، وباقياً على قيد الحياة في بيئة ما بين النجوم، ويجد على الأرض بيئة لم يُلاءم معها بالأحرى، ولكن بوسعه فيها أن يتطور وأن يتفتّح؟

ومع ذلك تبدو الفكرة فريدة! كل شيء يبدو مع ذلك بسيطاً جداً بالاعتبار إلى أن كل شيء جرى على الأرض دون إضافة مراحل غير محتملة قدر ما هي مخالفة للصواب... إن رحلة الحياة في مذنّب بين النجوم لا تقنع إلا قليلاً إن نحن قدّرنا الصعوبة التي يلاقيها الإنسان في إرسال كائنات حية إلى ضاحيته القمرية القريبة وصعوبات تكيّف الأحياء مع الحياة العديمة الوزن.

هنالك حركتان إضافيتان كانتا وراء البلبلة العميقة للعلماء فيما يخص إشكالية انبثاق الحياة. قاد الحركة الأولى لويس باستور (Louis Pasteur) الذي بدد ضلال مفهوم الجيل العفوي في معركة شهيرة ضد فيليكس أرشيميد بوشيه (Félix Archimède Pouchet) الذي جرّ باستور وقواريره إلى رحلة استكشافية في أعلى الجبل فوق «لا مير دو غلاس» (La Mer de glace) في قمة جبل مون ـ بلان (Mont-Blanc). إن النجاح المتألق لباستور، والذي أقرّته «أكاديمية العلوم»

(*) كونية الحياة: نظرية تقول إن الحياة انطلقت أصلاً من جراثيم آتية من خارج نطاق الأرض.

عام، 1862، هو تأييد لنتيجة تنقيح كل نظرة تبسيطية لجيل الحياة، وكذلك لنتيجة تعقيد كل المحاولات اللاحقة لتفسير النشوء في حقل العلم. أما الحركة الثانية فهي ولادة الديناميكا الحرارية والتي يحظر مبدؤها الثاني كل تطور عفوي لنظام فيزيائي نحو انبثاق نظام معقد مثل الخلية.

في عام 1922، قدم العالم السوفياتي ألكسندر أوبارين (Aleksandr Oparin) أمام «الجمعية النباتية» في موسكو، فرضية مفادها أن المكوّنات الجزيئية للكائن الحي قد تكون تشكلت انطلاقاً من مركّبات كيميائية لا عضوية موجودة في الغلاف الجوي ماقبل الحيوي تحت تأثير إشعاعات كونية. وقد نشر آنذاك، في عام 1924، كتاباً حول أصل الحياة والذي لم تتم ترجمته إلى الإنجليزية إلا في وقت متأخر[3]. كان يرى أن الانبثاق ربما قد سلك طريقاً معقداً بعض الشيء: ظهرت الخلايا أولاً، ثم الأنزيمات وأخيراً المورثات. في الواقع، لقد بدا له ظهور الخلايا بسيط بما أن مستحلب زيت/ماء، الممزوج في بعض الشروط، يمكن أن يشكل قطرات مجهرية تسمى (coacervats) وفيها تراكمت جزيئات عضوية، قبل أن تظهر الأنزيمات، لتتبعها أخيراً المورثات. إن ذلك الترتيب الزمني قد يدعو إلى الضحك في وقتنا الحاضر، لأن الأسس الجزيئية لعديد من العمليات العضوية أصبحت الآن معروفة بشكل أفضل. على أي حال، لقد كانت الفكرة مبتكرة ومشجعة على الاكتشاف. وفي عام 1929، نجد أن جون بوردون ساندرسون هلدان (John Burdon

(3) Aleksandr Ivanovich Oparin, *The Origin of Life on the Earth*, Translated from the Russian by Ann Synge, 3d. Rev. and Enl. Ed. (New York: Academic Press, 1957).

(الطبعة الأصلية الروسية عام 1924).

والمشهور أكثر بدراساته حول نظرية التطور، (sanderson Haldane قدّم هو أيضاً الفكرة نفسها لكن بطريقة مستقلة (لم تلق دراسات أوبارين انتشاراً في الغرب بسبب عدم ترجمتها). لقد أعلن جون هلدان عن وجود «حساء ما قبل الحيوي». لقد قدم هذان العالمان فرضيات جريئة، لكنهما لم يختبراها بنفسيهما.

لقد بقي إذاً تأييد مصداقية الفرضية الجذّابة لأوبارين ـ هلدان. في عام 1953 قام عالم شاب جريء يدعى ستانلي ميللر (Stanley Miller) باختبار تلك الفرضية تجريبياً. ونشر، مع مدير أبحاثه هارولد كلايتون يوراي (الحائز على جائزة نوبل في الكيمياء عام 1934 لاكتشافه التريتيوم)، في أعمدة مجلة **علم** (*Science*)، نتائج تجربة شهيرة وفي تلك النتائج «حساء أولي» أعيد تكوينه وتم إخضاعه لتفريغات كهربائية[4]. ومزج الحساء في كرة، كان يحوي على عناصر محلّلة (هيدروجين، ميثان، نشادر، بخار الماء)، وسخّن المجموع ثم أُخضع لتفريغات مكررة يفترض أنها ولّدت ومضات الغلاف الجوي الأولي. وبعد انقضاء عدة أيام، تكدّر الخليط، مشكّلاً راسباً على جدران الكرة الأولية. وكشف التحليل، وسط دهشة ميللر، عن وجود حوامض أمينية ذات أربعة نماذج مختلفة كان فيها الغليسين مسيطراً. كان المقصود هو البرهان على أن من الممكن استحداث جزيئات عضوية انطلاقاً من عناصر عضوية تخضع لشروط كيميائية ـ فيزيائية استطاعت الوجود في الغلاف الجوي الأرضي الأولي. وحتى لو أن العلماء يعتقدون هذه الأيام بأن الغلاف الجوي الأولي كان يحوي ثاني أكسيد الكربون وليس الميثان، فإن تلك الأعمال كانت حقاً رائدة في ميدان استكشاف أصل الكائن الحي.

---

(4) Stanley L. Miller, «A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions,» *Science*, vol. 117 (1953), pp. 528-529.

بيد أن علم الأحياء بدا منعزلاً جداً، بارزاً في تيار مضاد للفيزياء! لأنه وراء نطاق الانتاج الكيميائي لـ«طوب» الكائن الحي، هنالك فعلاً غياب لنماذج تسمح ببناء بنية معقدة «لجدران» الحياة التي لم تتح الفيزياء إدراكها. ومع ذلك فإن الحلّ جاء من الفيزياء، مع الديناميكية الحرارية غير الخطية لأنظمة بعيدة عن التوازن. وفي كتابهما **بين الزمن والخلود** (*Entre le temps et l'éternité*) يتناول بريغوجين وإيزابيل ستينجرز (Isabelle Stengers) الزمن ليظهرا أن الآلية المركزية للتطور بحسب داروين تتلاءم تماماً مع القوانين التي تحكم الأنظمة التبديدية، وقد جاء فيه: «لا يشكل بالطبع التطور الدارويني سوى نموذج، وليس حقيقة التاريخ كله. لكن كل تاريخ يحوي، مثل النموذج الدارويني، اللاانعكاسية، والحدث، والامكانية بالنسبة لبعض الأحداث، في بعض ظروف اكتساب دلالة ما، لتكون نقطة انطلاق لتماسك منطقي جديد. إن فهم تاريخ ما، لا يكون بتحويله إلى انتظام غامض، ولا إلى فوضى أحداث اعتباطية، إن فهمه هو في آن واحد فهم التماسك والأحداث: التماسك المنطقي باعتباره يستطيع مقاومة الأحداث، المحكوم عليها بأنها تافهة، أو على العكس تقوّضه أو تحوّله بعض تلك الأحداث، والأحداث باعتبار أنها تستطيع أو لا تستطيع إحداث إمكانيات تاريخ جديدة»[5]. إضافة إلى ذلك، فإن ذلك الفرع الجديد من الفيزياء يوضح ليس فقط تميز عمل الأنظمة الحية، وإنما أيضاً يعطي حل الانبثاق. إن الانبثاق هو خاصية طبيعية للأنظمة، بالنسبة إليها وخارج التوازن، تستطيع خاصيات فريدة أن تنبثق من حالة فوضوية. في علم الأحياء، ينبغي إذاً الثناء على إليا بريغوجين،

(5) Ilya Prigogine and Isabelle Stengers, *Entre le temps et l'éternité* ([Paris]: Flammarion, 1992).

(الطبعة الأصلية عام 1988).

فبدونه، ما من انبثاق متماسك: لقد اعتبر الانبثاق ظاهرة «مسوّغة» في نظر القوانين التي تحكم الفيزياء والكيمياء.

انبثاق الحياة: ظاهرة وحيدة أم تنشّؤ على مراحل؟

إن تكوّن العالم الحي ليس خروجاً مفاجئاً من ضربة عصا سحرية من قبعة الصانع بمحض الصدفة أو لضرورة فيزيائية لنظام خاضع لضغوط تفضي إلى تعقد منبثق. من المحتمل كثيراً أن ولادة الحياة قد حدثت عبر مراحل. وكم كان عدد المراحل اللازمة؟ أكانت بضع مراحل كبيرة متدرجة، أم سلسلة من التغيرات المجهرية، أم انبثاق وحيد ودقيق؟ إن انبثاق الكائن الحي لم يحدث على الأرجح بشكل فجائي. لابد أنه استغرق تقريباً على الأقل مليار عام أي الزمن الذي يفصل الولادة المفترضة للأرض عن الولادة المفترضة للحياة. من جهة أخرى، لم يكن هنالك على الأرجح انتقال مفاجئ بين عالم ماقبل الحيوي وعالم الحياة وإنما مراحل متعددة ممتدة على طول تلك الفترة الطويلة جداً.

ويرى جاك مونو أن هنالك ثلاث مراحل متتالية في بناء الحياة: تشكل مكوِّنات كيميائية جوهرية للكائنات الحية، وتشكل أوائل الجزيئات الضخمة، ثم تطوراتهم وبناء خلية أولية. وتلك المراحل نفسها، ليست متساوية في ما بينها. ويرى مونو أن ما بقي مازال إشكالياً، وهو المرحلة الثالثة. إنها تشكل فعلاً «جدار صوت» يفصل ماقبل الحيوي عن الكائن الحي. وإن بناء الخلية الأولى صعب فهمه باعتباره إغلاق النظام على نفسه لإعطاء هدف رصدْ لمشروع غائي.

وإن الانبثاق لا يمكن بالطبع أن يكون مقرّباً دون بناء عدد من المراحل، والانتقالات بين الأنظمة اللاعضوية والحياة. إن تلك الانتقالات يمكن أن تكون قريبة من تشعّبات نظرية بريغوجين. وفي

هذا الاتجاه، كل مرحلة مرتبطة بالمرحلة التالية عبر نتائج المرحلة السابقة، في كل تشعب، يتعقد النظام ويكون بمثابة مهد للتغيرات التي تعقب. لكن أيضاً، يختار النظام، بحسب معايير غير حتمية، بين مخرجين، بحسب الضغوط التي تفرض عليه. إن نظام المحيط الحيوي ـ البدئي يتطور إذاً مكسّراً، عبر تشعبات. وينقضي الزمن بحسب سهم. من جهة أخرى، فإن الأنظمة الناتجة ليست خاملة، إنها تتفاعل مع بيئتها. إن مجمل المحيط الحيوي ـ البدئي يرى تركيبه يتعدل جذرياً بفضل التهيئة للكيمياء ـ البدئية للكائن الحي: مثلاً، يتيح التركيب الضوئي تثبيت الكربون، والتحول من غلاف جوي مخفّف إلى غلاف جوي مؤكسد يسمح، في نهاية ترتيب تتابعي، بولادة الحي ـ هوائية.

في الإطار التصوّري، نجد أن ولادة الحياة يصعب جداً تخيلها. ترى في أي ترتيب تجمعت العناصر؟ وكيف استطاع رمز مورّثي البدء في التكوّن؟ على نحو قبلي، لم تكن الاختيارات اعتباطية حيث أن نجاح الكائن الحي هو هنا لكي يثبت بقاءها. إضافة إلى ذلك، فإن الحدود بين الكائن الحي وما قبل الكائن الحي تبقى ضبابية جداً. من جهة أخرى، وخلال وقت معين لا بد أن هذين العالمين الاثنين قد تعايشا قبل أن يتم اصطفاء أحدهما وإقصاء الآخر. إن هذا الصوغ لانبثاق الحياة قد درسه مطولاً جون ماينار سميث (John Maynard Smith) وأورس زاثماري (Eörs Szathmáry): لقد قدّما عام 1995 نموذجاً متماسكاً للانبثاق وفيه يستبقيان سبع مراحل كبيرة (الجدول 1)[6].

(6) Eörs Szathmáry and John Maynard Smith: «The Major Evolutionary Transitions,» *Nature*, vol. 374 (1995), pp. 227-232, and *The Major Transitions in Evolution* (Oxford: Oxford University Press, 1995).

الجدول 1: الانتقالات الرئيسة في تطور الحياة (حسب: J. M. Smith et E. Szathmàry, *Nature* (1995)). إن آخر انتقال هو انتقال مجتمعي أكثر منه انتقال أحيائي وقد أشار إليه المؤلف بالخط المائل.

مجموعات حيوية لجزيئات في أجزاء مستقلة	→	جزيئات نسخية
صبغيات	→	منسِّخون مستقلون
كمورِّثة وبروتين كأنزيم (انبثاق الرمز المورثي) ADN	→	في آن واحد مورثة وأنزيم ARN
حقيقي النواة	→	بدائي النواة
تكاثر جنسي	→	تكاثر عديم الجنس
تمايز حيواني، نباتات، فطور	→	أوّلاني(وحيد الخلية)
متعدد الخلية	→	أحادي الخلية
مجتمعات بشرية	→	مجتمعات المقدِّمات (أعلى رتب الثدييات)

وتبرز تلك المراحل السبعة الكبيرة، المجيء المتدرج لعالم جديد، هو عالم الكائن الحي. إن الخطوة متماسكة، إنها تتقدم ببطء لكن دون حالات عقلية. والمستجدّات غير النافعة يتم إقصاؤها تلقائياً، وحدها المستجدات التي يبدو أنها تخفي درجة نفع ما يتم استبقاؤها. على ماذا تتلاقى تلك المراحل؟ ينبغي تخيل أن الكائن الحي قد انطلق من العدم، من عالم ليس فيه جزيئات عضوية، أو أنه يحوي القليل منها، وفيه جزيئات بسيطة جداً، بحيث أن كل شيء فيه ينبغي بناؤه. وعند الوصول، نجد أن الكائن الحي كما هو عليه اليوم. وبين هذين الطرفين، انقضت أربع مليارات ونصف من السنين العاصفة والمليئة بأمور طارئة. إن ذلك الزمن يتعذر قياسه على المستوى البشري كما يشير إلى ذلك ستيفن غولد ومفهومه عن

«الزمن العميق» فيقول: أربعة مليارات ونصف من السنين، إنها تمثل زمناً طويلاً! الطبيعة ليست على عجلة من أمرها. كل شيء يأتي في أوانه، وكل التوليفات يتم اختبارها، إما أن تقصى أو تستبقى. كل أداة أحيائية مصقولة، ومستخدمة، ومحسّنة عبر الزمن. ثم «رمّقت»، وحسّنت، وغيّر سياقها، وحوّلت طبيعتها. ودون رحمة، وضعت في حال تنافس مع التجديد الذي استطاع آنذاك أن يصل إلى فقدانها.

لقد اقترح داوكينز عشرة مراحل لاجتياز حواجز اللاعضوي في الحياة(7). إن المرحلة الأولى هي ظهور ما سماه بالمنسّخ، أي الدعم الجزيئي للمورثة ـ البدئية. إنه نظام تنسّخ مع احتمالات تغيرات صدفوية. إن التغيرات والتنسخ يحثّان بلا رحمة على انتقاء ـ بدئي طبيعي، ابتداءً من قدرات التنسخ المختلفة، التي تشجع أفضل المنسّخين. وفي المرحلة الثانية، يظهر النمط الظاهري، أي أن البقاء الخاص بالمنسّخ لم يعد مرتبطاً فقط بقدراته الخاصة في التنسّخ وإنما بالعمل غير المباشر الذي يمارسه ذاك على النمط الظاهري. إن تلك المرحلة الثانية تتطلب ظهور نظام متوسط معقّد بين المورثة ونتاج تعبيرها، لكن الآليات التي توجه انبثاق هذين لم يحددها داوكينز. وفي المرحلة الثالثة، يكون ظهور أول خلية حقيقية. إن التنسخ يتم «في مجموعات» منفصلة «في جيوب» مع ولادة الخلية الأولى. وحينذاك قد تمتلك الخلية بنية داخلية معقدة وتندمج المورثة. والجدير بالذكر بالنسبة إلى داوكينز، أن عمل المورثات كفريق، لا يفرض على النظام اصطفاء على مستوى التنظيم العالي. إن الاصطفاء الداروِيني يحدث دائماً على مستوى

(7) Richard Dawkins, *Le Fleuve de la vie: Qu'est-ce que l'évolution?*, sciences ([Paris]: Hachette littératures, 1997).

(الطبعة الأصلية الإنجليزية عام 1995).

المورثة التي تنجح «بحضور مورثات أخرى، هي نفسها تدعم بحضور المورثات الأولى». والمرحلة الرابعة هي المرحلة الخلوية ـ التعددية. وإن تلك المرحلة جوهرية لانبثاق الكائنات الحية، مثل الإنسان. وإن الخلوية ـ التعددية سيكون بمقدورها توليد مستوى جديد من التعضّيات. وإن تناوب التكاثر والتمايز سيوفر آنذاك استحداث الأعضاء ذات الوظائف المتعددة المكيّفة بحسب الحاجات الجديدة. أما المرحلة الخامسة فإنها بالنسبة إلى داوكينز هي المرحلة التي تشهد لدى بعض الكائنات الحية ظهور الخلايا المتخصصة في الاتصال: العصبونات، الخلايا العصبية. وسيكون بوسع العصبونات آنذاك الانتظام في أعضاء معقدة: الدماغ، القادر على دمج معلومات متعددة المشارب، والاحتفاظ بذاكرة... أما المرحلة التالية فهي المرحلة التي تشهد انبثاق الضمير، كما هو لدى نوع الانسان العاقل. إن المرحلة السابعة هي مرحلة ظهور اللغة، وسيلة التواصل بين الكائنات الحية. والمرحلة النهائية ستكون بالنسبة إلى داوكينز هي مرحلة الانسان الذي يجتازها بنجاح مع التقنية الجماعية.

واقترح جون ماينار سميث وأورس زاثماري سلسلة من الانتقالات بين مختلف العوالم التي يمكن حدوثها للوصول إلى أحياء الوقت الحاضر[8]. وإن نموذجهما أشد إحكاماً بكثير من نموذج داوكينز. إنه لا يعطي فقط (الارشادات) التي يتبعها التطور وإنما أيضاً توضيحاً لتجاوز العقبة التي بقي تجاوزها متعذراً بالنسبة إلى جاك مونو. قبل أن نفصّل أكثر قبل تلك النظرية، من الضروري تحديد أي المراحل التي ينبغي الحديث عن الحياة فيها وأي المراحل التي ينبغي

(8) Szathmáry and Smith, Ibid.

الحديث عن اللاحياة فيها. من المؤكد أن من الحكمة الاستناد إلى التعريف الذي وضعناه عن الحياة. وفي هذا السياق، تبرز الخلية المرحلة الحتمية لانبثاق الحياة. لكن، تلك لا تظهر على نحو مفاجئ. إن أنظمة عديدة كان لابد لها أن تولد قبل بلوغ الشكل النهائي للخلية. وسوف نعطي الأنظمة السابقة للخلية الأولى صفة ماقبل الحيوية أو الحيوية ـ البدئية. بالطبع، إن تلك الأنظمة تخضع للكيمياء نفسها، وللديناميكية الحرارية نفسها، وهي بالتالي حيوية، لكن ضمّها إلى المجمل «الأحيائي» يمكن أن يتم فقط بوضع السابقة «بدئي ـ (pro)» مبرزة التتابع، مع وضع الحدود.

في هذا النموذج، لا يكون التطور خطياً وإنما قفزياً، مارّاً بحالات انتقال تتناغم مع الانبثاق الفجائي لمستوى تعقيد جديد. ما هي إذاً تلك الانتقالات الرئيسة؟ ظهور الحياة المضمرة، بالنسبة إلى جون ماينار سميث وأورس زاثماري، الوجود في الحالة الطبيعية للمنسّخين في الحساء الأولي. إن النهار الأولي قد انبلج فوق محيط يسكنه المنسِّخون إلى (ARN)[*]. وإن دراسة تجريبية أثبتت حتى أن (ARN) ربما كانت له نشاطات تركيب الحموض النووية[9]. وإن تلك النتيجة تتوافق تماماً مع التكهن بهذا العالم والذي طرحه جون ماينار سميث وأورس زاثماري. إنه جنّة العالم لـ (ARN)، عالم مثالي، قبل أن تحدث الانتقالات التي ستقود إلى الحياة.

تشهد المرحلة الأولى الانتقال بين الجزيئات النسخية الذاتية الحرة في حيّز واسع وحدوث تقسيم، مع أول غشاء أحيائي.

(*) اختزال لاسم حمض الريبونكلييك.

(9) P. J. Unrau, «RNA-Catalysed Nucleotide Synthesis,» *Nature*, vol. 409 (9) (2001), pp. 260-263.

وفي الانتقال الثاني، يتجمع المنسّخون المستقلون في حجيراتهم في صبغيات حقيقية.

ويشهد الانتقال الثالث تمايز عالمين: عالم (ARN) وعالم لـ (ADN)(*). وإن تلك المرحلة الثالثة تصنع قطعاً حقيقياً: في العالم الأولي يلعب (ARN) دور الداعم للمورثة وللجزيء في النشاط الأنزيمي، إن بنية المورثة إذاً مرتبطة بقوة بالنشاط الأنزيمي. لأنه هنا توجد البنية الخاصة بتسلسل قواعد الحموض النووية للمورثة النشطة وليس ترميز السلسلة (كما هي الحال في الوقت الحاضر بالنسبة إلى المورثات المرمّزة للبروتينات). إن الانتقال من «عالم (ARN)»، مورثة وأنزيماً، إلى «عالم (ADN)»، دعامة المورثة والبروتين دعامة النشاط الأنزيمي، هو أحد المراحل الجوهرية في ولادة الكائن الحين بالمعنى التقليدي للكلمة. إن قوة (ADN) في قدرته الترميزية هي أعلى بكثير والدقة في الحفظ هي أخيراً مكتسبة بفضل الجديلة المزدوجة. لكن (ADN) لا يتمتع بأي نشاط أنزيمي، ينبغي إذاً أن يستطيع ذلك الجزيء أن ينقل بشكل فعال المعطيات إلى جزيئات أخرى (البروتينات). وكان تكوّن أنظمة عديدة من ترجمة الرمز «حموض نووية» إلى الرمز «بروتينات» ضرورياً. وسنرى لاحقاً كيف استطاعت تلك الأنظمة أن تبدأ في التكوّن.

في هذه المرحلة، تكون الحياة قد حصلت. ونكون قد انتقلنا من الأحياء ـ البدئية إلى الأحياء التي اتخذت شكل خلايا من النمط البكتيري (ما قبل كاريوت). وإن الانتقالات التي تعقب تتدخل في التعقد المتدرج للكائن الحي، لإنتاج الأشكال الحالية للحياة.

ويشهد الانتقال الرابع في تطور الحياة (لكنه الأول بالنسبة إلى

(*) حمض بروتيني مورِّث.

الشكل الأولي للحياة) ظهور الخلايا الحقيقية النواة، أي طلائع الخلايا التي نتكوّن منها جميعنا. وتشهد المرحلة الخامسة انبثاق النشاط الجنسي في العالم الحقيقي النواة. سنناقش بتفصيل أكبر الأنماط التي تمكنت من السماح بانبثاق الجنس في عالم الحياة. والمرحلة السادسة هي المرحلة التي شهدت ولادة الخلوية ـ التعددية. إن حقيقيات النواة أحاديات الخلية (أوّلانيات) ستشكل مستعمرات الخلايا التي ما يفتأ تعقيدها أن يزداد باستمرار ليعطي النباتات، والفطور، والحيوانات و. . . البشر.

واستنتج أيضاً ماينار سميث وزاثماري مرحلتين، هما مجتمعيّتين أكثر مما هما أحيائيتين، ومتأثّرتين كثيراً بمذهب المركزية البشرية(*)، بما أنهما يشرحان ولادة الإنسان الحديث. إن المرحلة السابعة هي إذاً ولادة المجتمعات الحيوانية: لم يعد الفرد كينونة خاصة مستقلة وإنما حلقة في مجتمع معقد. والمرحلة الأخيرة، التي تبدو أنها مرحلة الانجاز الأكثر كمالاً بالنسبة إلى المؤلفين، فإنها المرحلة المتعلقة بالانتقال من مجتمع حيواني إلى مجتمع بشري. إنه إذاً الانتقال من تطور الانسان إلى الكينونة البشرية مع ولادة اللغة.

إن مراحل الانتقال السبع تلك، لا تحمل جميعها الدلالة ذاتها. من الواضح أن التعديلات الأولى في عالم ماقبل الحيوي هي أساسية. إن الانتقال من البيولوجيا ـ البدئية إلى البيولوجيا، مع انقسام وظائف المجين والأنزيم بفضل استخدام (ADN) هو أيضاً في لُبِّ الإشكالية. من جهة أخرى، فإن الانتقالات التي حدثت بعد انبثاق الحياة تسير في منطق قابل للفهم بشكل أكبر. أخيراً، فإن الانتقالات الاجتماعية في المجتمعات الحيوانية تتجاوز قليلاً نطاق علم الأحياء.

(*) مذهب المركزية البشرية: أي أن الانسان هو حقيقة الكون المركزية.

وهكذا، فإن جوهر «المشكلة الغائية» للكائن الحي توضحها آليات إلغاء المزاوجة بين وظيفة المجين والأنزيم لطلائع الجزيئات المجينية الأولية.

من أين جاءت مسألة «كل بويضة تخرج من البيضة»(*)؟ من استحالة تمييز أي منهما كان أصل الآخر. إن المجين يترجم البروتينات التي هي نفسها تفيد في بناء جزيئات جديدة من (ADN). والحال تلك، فنحن بوسعنا الآن تأسيس «شجرة نساليّة»، أو بالأحرى سيناريو محتمل من البيولوجيا ـ البدئية إلى البيولوجيا، وفيه يستقطب عالم (ARN) كل الاهتمام. كانت إذاً الجزيئات الداعمة للمجين على الأرجح (ARN). لكن (ARN) تلك لم تكن فقط جزيئات إخبارية، لقد كانت دعامة لوظيفة تحفيزية أنزيمية. وكان الجزيء وحدة كاملة: قادراً على نسخ نفسه، وعلى أن يحلّل بالماء منافسيه وأن يصنع أسسه، كان «يعيش» بإهمال في الحساء الأولي، يجتازه مدّ نشيط. وبكل وضوح، وفي البداية، فإن كلمتي «بروتين» و«مورثة» لم يكن لهما معنى. كان الاثنان مدمجين في الجزيء نفسه. لم يصنع إذاً أحدهما الآخر، ولا الآخر كان سبب الثاني، إن الإثنين لهما الأصل نفسه. ثم فيمابعد تباعدا، مع بقائهما مرتبطين وظيفياً بالرمز المورثي. وهكذا نشأ وهم المظهر الغائي للنظام.

ما من مشروع في حد ذاته، وإنما تباعد نظام يتطور باستمرار. كيف حدث ذلك التباعد؟ بشكل تدريجي، لأن الصراع على البقاء داخل عالم (ARN) لا بد أنه كان صعباً، إضافة إلى أن الحموض الأمينية كانت موجودة داخل المزيج. وهكذا فإن ارتباط (ARN) بحمض أميني لابد أنه أعطى ميزة اصطفائية أكيدة بتنويع الجذور الكيميائية التي يمكن استخدامها بشكل محتمل في الصراع من أجل

(*) omne ovum ex ovo.

البقاء الجزيئي. لقد استطاعت الحموض الأمينية أن تنوّع بشكل جذري الامكانات الأنزيمية للمنسّخين الأوائل. ولابد أن (ARN) سرعان ما تباهى بالحموض الأمينية، التي هي في آن واحد دروع وسيوف جزيء (ARN). وتجدر الملاحظة بأنه في تلك المرحلة لم يستطع (ARN) أن يحمل فعلاً اسم المجين، بما أن المعلومات التي تعطيها السلسلة لا ترمّز بلا طائل، إلا من أجل تنسّخ المطابق: والمقصود هو المجين ـ البدئي. من جهة أخرى، فإن الأحماض الأمينية لم تستطع الطموح إلى صفة البروتين. ويمكن أن نتخيل أن (ARN) قد تباهى خطياً بشكل تدريجي بالأحماض الأمينية إلى أن حدث تآلف دقيق بين سلسلة الحمض النووي والحمض الأميني.

إن ذلك الفصل هام في تاريخ الكائن الحي، لأنه وراء أول نظام خلوي حقيقي. لكن ذلك النظام غير قابل للحياة إلا إن كان منعزلاً بما أن توليفة بروتين في حساء أولي لا تحمل أي ميزة اصطفائية لذاك الذي أنتجها، فكل (ARN) يبحر في الحساء بوسعه نظرياً الاستفادة منها. من الضروري حينئذ التخيل بشكل مقترن «انغلاق» نظام (ARN) ـ بروتين في حرم مغلق: الخلية-البدئية. إن تلك الظاهرة ليست غير محتملة كما تبدو، حيث أشارت دراسات تناولت أنظمة شلالات الحَفز بفضل (ARN) إلى أن تلك الأنظمة لا تعمل إلا في حيّز ـ مستو ذي بعدين وفيه يقفز الأساس من أنزيم إلى آخر. وعلى اعتبار أن ذلك النوع من الحيّز نادر في الحالة الطبيعية (على الأقل في بركة أولية)، فمن المحتمل كثيراً أن التطور قد استبقى الحيّز الثلاثي الأبعاد والذي أبسط منه هو المنطقة (أي الحجيرة ـ البدئية الخلوية). ومما يجدر ذكره، أنه داخل حيّز كذاك فإن المجين الأصلي للخلية (أو الخلايا) الأولى كان على الأرجح مجزئاً على شكل جزيئات عدة من (ARN). وكل جزيء من جزيئات (ARN) تلك حمل «سلسلة نوعية» والتي مجملها كان يشكل

آنذاك مجيناً ـ بدئياً. وفي أنظمة كتلك، فإن (ARN) ربما عمل بشكل متعاضد. في الواقع، إن المورثات ـ البدئية المحبوسة في مقصورات للتنسُّخ، قد اصطفتها الكينونة الخلوية ـ البدئية، وإن إخفاق (ARN) يمكن أن يؤدي إلى موت كل الخلية.

وفي وقت لاحق، لعل المجين وقد انفصل عن الأحماض الأمينية كان بوسعه أن يتخذ المكان المركزي الذي يشغله حالياً في الخلية. وإن نهاية عالم (ARN) قد يحدث تقليدياً مع تخطّي (ADN) له، وهو جزيء قريب جداً لكنه أكثر استقراراً بكثير وبنيته المزدوجة الجديلة متلائمة أكثر بكثير مع الثابتية التكاثرية. وتدريجياً يختفي (ARN) مجين من الخلايا ليبقى مجاوراً للمجينات الفيروسية.

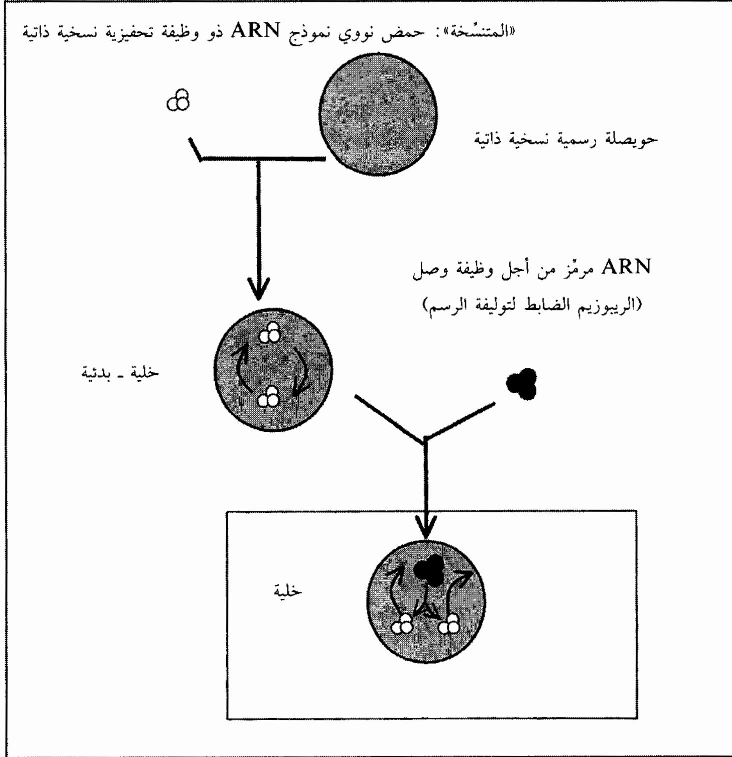
إن النظرية التي وضعها سميث وزاثماري لها إسهامات استكشافية هامة. لقد أتاحت حسم المسألة الشائكة عن الدجاجة والبيضة، المثال (omnes vivum ex ovo) الذي أشار إليه مونو. لم يعد الأمر يتعلق بمعرفة من أبصر النور أولاً الأحماض النووية أم البروتينات.

ومرّ الزمن، وطُرحت نماذج أخرى عن انبثاق الكائن الحي. ففي عام 2001، قدّم عالمان أميركيان وثالث سويسري نموذجاً بديلاً نظموا فيه مجدداً بعض مراحل جون ماينار سميث وأورس زاثماري[10]. لقد اقترحوا تعريفاً للحياة عملياتياً: نظام خلوي قادر على التنسخ المستقل وعلى التطور الداروويني. بالنسبة إليهم فإن مثل ذلك النظام الخلوي ـ البدئي استطاع أن يظهر في حساء المنسّخين

(10) Jack W. Szostak, David P. Bartel and P. Luigi Luisi, «Synthesizing Life,» *Nature*, vol. 409 (2001), pp. 387-390.

إلى (ARN) الذين حبسوا في حويصلات دسمية. ومنذ ذلك الحين، تم تدريجياً اصطفاء المنسّخين الأكثر فعالية المحبوسين في حويصلتهم ثم أدخلوا ريبوزيم مرمّز من أجل وظيفة وصل مثل توليفة الدسم (الشكل 8). ويتعلق الأمر منذ ذلك الحين بنظام مغلق، أطلق عليه المؤلفون اسم «الخلية».

مع ذلك، فإن الحدّ بين الكائن الحي وما قبل الكائن الحي غامض جداً. ومن جهة أخرى، وخلال وقت معين، كان لا بد للعالمين من أن يتعايشا قبل أن يصطفى أحدهما ويتم حذف الآخر. أين يوضع حد ولادة الحياة؟ إن السؤال يستحق أن يطرح. أين نتعرف على سلسلة نسبنا؟ في جزيئات نِسَخ ذاتية لحساء أولي لكن سلاسلها ستعطي قريباً الحياة، أم فقط عندما تتفرد الخلية ـ البدئية الأولى؟ لقد وضعنا تعريف الكائن الحي في انبثاق الخلية الأولى أو الخلية ـ البدئية. في الواقع من المنطقي، انطلاقاً من اللحظة التي تتحدد فيها الحياة بدءاً من نظام خلوي، أن يراد وضع ولادة الحياة في اللحظة التي ظهرت فيها الخلية الأولى، أي أول نظام مغلق فيزيائياً وتوجد فيه بنية أحماض نووية ذات وظيفة مجينية وجزيئات ذات وظائف أنزيمية (وحتى لو قام (ARN) بتلك الوظائف).



الشكل 8: نموذج انبثاق خلية حية (حسب ما يرى: .(J. W. Szostak [et al.], *Nature* (2001)

لابد أن كل تلك المراحل، سواء امتدت على طول الزمن، أم حدثت بشكل فجائي، قد حدثت على الأقل بحيث تتسلسل في لولب معقد. ومن المرجح كثيراً أن ما كان موجوداً قبل الخلية الأولى يختلف قليلاً جداً عما كان موجوداً بعدها. إن ولادة الحياة كانت بالتأكيد مسيرة طويلة، سلسلة طويلة من الخطوات الصغيرة، التي امتدت على مدى أكثر من مليار عام.

إن احتمال حدوث ذلك السيناريو أكبر من احتمال حدوث ذاك الذي يرى بشكل مفاجئ ظهور خلية كنتيجة سعيدة لنظرية الاحتمالات.

وأخيراً، فإن انبثاق الحياة يمكن أن يفهم كظاهرة تدريجية لتعقد الأصل الفوضوي للجزيئات القادرة على تسجيل تلك الظواهر، الحوامض النووية. وفي داخل تلك الجزيئات المتجددة باستمرار، فإن اختيار الطبيعة ربما قد تم عبر اصطفاء طبيعي لجزيئات هي الأكثر ملائمة لبيئتها، كما هو الحال في نموذج الاصطفاء الدارويني.

مصادفة أم ضرورة انبثاق التعقد: نموذج الحياة الجنسية

إن انبثاق الجنس في عالم الحياة يلخص بشكل فريد المشاكل التي يطرحها الانبثاق، لاسيما حينما يتم النظر إليها باتجاه عكسي. وفي هذا الموضوع، يبدو فرانسوا جاكوب فصيحاً نسبياً بعض الشيء، فانبثاق الحياة الجنسية بالنسبة إليه طبيعي مثل غيابها بما أن البكتيريا تعيش دون جنس فيقول: «يمكن أن نتصور تماماً عالماً مملاً بعض الشيء، دون جنس، ودون هرمونات ودون نظام عصبي».

هل لانبثاق الجنس معنى تطوري؟ إن الإجابة الفورية هي بالتأكيد إيجابية: لقد جلب الجنس منافع عديدة للكائن الحي. لكن، أي سبب غريب استطاع أن يدفع الخلية الأولى إلى التكاثر مع جارتها؟ لماذا حدوث انبثاق كذاك؟ إن ذلك السؤال المطروح بخصوص الجنس يمكن أن ينطبق «بسذاجة» على كل تاريخ الحياة. إن اكتشاف الجنس هو إذاً غريب جداً. ولقد اخترته لأنه يعرض مثالاً عن المسائل التي طرحها الانبثاق في علم الأحياء.

لكن السؤال على جانب كبير من التعقيد. مع رؤية نجاح الجنس، الذي يشكل عالم التكاثر الأغلب لدى أحاديات الخلايا حقيقيات النواة وشبه الوحيد لدى متعددات الخلايا، لابد لذلك الجنس أن يحمل كثيراً من المزايا الاصطفائية. لكن مداخل ومخارج النهج بعيدة عن أن تكون في متناول الفهم تماماً.

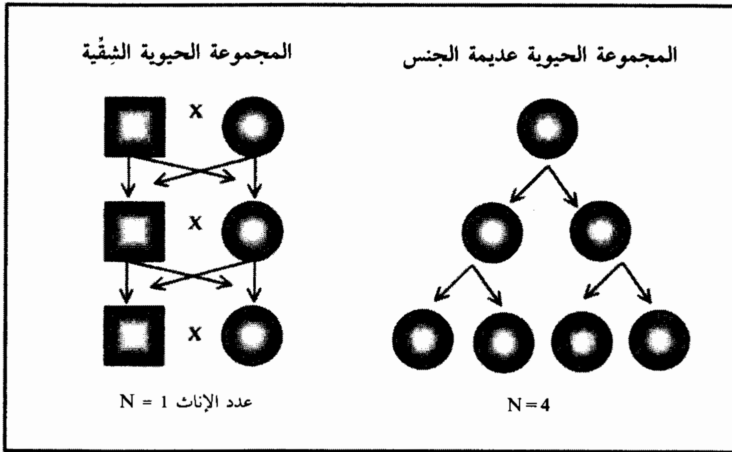
ما الذي يخفيه الجنس في عالم الكائن الحي؟ ولماذا مثل ذلك الإعداد للرغبات والمسرات لدى متعددات الخلايا العليا؟ لماذا الإفراط في تلك الوسائل؟ لماذا يُفرض تعقيد كذاك، في حين أن انشطار نواة بسيط يمكن أن يكفي للتكاثر؟ إن الحياة الجنسية تمثل حتى عائقاً ثقيلاً اصطفائياً معطِّلاً للوهلة الأولى. وهذا ما يسميه جون ماينار سميث بثمن التنصّف(*)، الذي سمي أيضاً بثمن إنتاج الذكور، في حالة تزاوج أمشاج متباينة (الحالة الغالبة حيث تكون الأمشاج الذكرية والأنثوية متمايزة). إن التكاثر لدى متعددات الخلايا يمكن أن يتم، لدى أنواع عديدة، عبر التوالد العذري، أي أن الأنثى تنتج، دون إخصاب، خلية ـ بيضة يكون إرثها المورثي مماثل لها. إن كل المجموعة الحيوية هي آنذاك أنثوية: إن ذلك النمط من التكاثر شائع لدى اللافقاريات (الأرقة، النحلة . . .إلخ). إن تكاثراً شقّياً(**) يستلزم ذكراً، يمكن أن يختزل دوره في إنتاج حييّ ذكري! وإن تلك الرؤية الأحيائية المبسِّطة لدور الذكر تخيب بالتأكيد أمل رجولتنا.

لكن ذلك التصور يتفق كثيراً مع ملاحظة الطبيعة. إن مصير ذكر السرعوفة المقطوع الرأس والملتهم على الفور بعد تخصيب خليلته، أو نبذ خلية النحل لذكور النحل بعد تخصيب الملكة، لا يترك مجالاً كبيراً للتوهم فيما يخص الدور الأحيائي للذكر! لأن إنتاج الذكور

(*) التنصُّف: انقسام منصِّف في الخلية الحية.

(**) شِقِّي: كل ما هو ذو شق يمكنه من التناسل.

مُكلف، الأمر الذي لن يفاجئ بالتأكيد مربيّ الماشية الذين يعرفون أن ثوراً واحداً يكفي لقطيع من الأبقار، الإناث بوصفها العامل الوحيد المحدد لتكاثر القطيع. وعلى افتراض أن كل أنثى عذرية التوالد تنتج أنثيين، فإن التكاثر الشقّي لا ينتج إلا ذكراً وأنثى. في الجيل التالي، ستتضاعف العائلة العذرية التوالد (أنثيين ستتمكنان من إنتاج أربعة. . .) في حين أن العائلة الشقّية لن تنتج إلا زوجاً لا يستطيع إلا إنتاج فردين (الشكل 9). وفي الجيل العاشر، سيكون التكاثر العذري التوالد أعلى عدده بألف مرة وسيشهد الجيل الثاني والخمسين التكاثر الشقّي المتلاشي تماماً في غياب كل ميزة اصطفائية أخرى! ويصبح من الصعب في هذا السياق تخيل انبثاق وبقاء الجنس.



الشكل 9: كلفة الجنس في مجموعة حيوية: (N. H. Barton and B. Charlesworth, «Why Sex and Recombination», *Science* vol. 281 (1998)). تكلفة الجنس (وبالتالي المجموعة الحيوية الذكرية) في نوع ممثَّل بالذكور (المربعات) وبالإناث (الدوائر). إن كانت الإناث عديمات الجنس يتكاثرن على النحو نفسه (أي أنهن لا ينتجن إلا أنثى واحدة في كل جيل)، فإن العدد المتعلق بالإناث يتضاعف في كل جيل، مقارنة مع المجموعة الحيوية الشقّية.

ما هو التكاثر الشقّي؟ إن ذلك التكاثر يقتضي، من أجل الانتقال من جيل إلى آخر، اندماج خليتين والدتين متخصصتين إلى حد ما، المشيجين الذكري والأنثوي. وكل فرد يصبح فريداً بالإرث المزدوج للمجين الذي يتمتع بنسختين (نسخة أمومية وأخرى أبوية). إن الجنس يدفع إذاً إلى مفهومين مرتبطين: الأول هو ثنائي الصبغيات، أي امتلاك مجين ذي نسختين، وقف على حقيقي النواة، والمفهوم الثاني هو إعادة التئام المورثات خلال آليات إنتاج الأمشاج. إن الأمشاج قد نجمت عن انقسام الخلايا مع تقليص عدد الصبغيات، خلال التنصّف، لإنتاج خلية فردانية. إن تلك الخلية فريدة، ليس فقط لأن حركة الصبغيات الوالدية قد توزعت بطريقة عشوائية، وإنما على الأخص لأن الصبغيات المتماثلة قد تبادلت المادة المورثية. إن الصبغيات ليست تماماً هي صبغيات الأب، ولاهي فعلاً صبغيات الأم، وإنما صبغيات هجينة تبادلت بطريقة لا تقبل العكس المادة المورثة. كما لو أن الطفل لم يكن اندماج مجين الأب ومجين الأم وإنما هو تقريب بين هذين المجينين. وبشكل يثير الدهشة، فإن المجينات الوالدية تتناوأ أكثر مما هي تتوافق. إن الطفل ليس الاندماج المثالي للمجينات وإنما بالأحرى هدف معركة شرسة بين المجينيْن، التي سمّيت بشكل شاعري «معركة الأجناس المجينية»[11]. في الزوج المجيني الذي شكلته السلالة، يتنافس كل من المورثات الوالدية للتعبير عن ذاته بأوسع طريقة ممكنة. وإن قوانين مندل في الوراثة لا تطبَّق بحذافيرها، الأمر الذي يفسر بعض المعجزات في التعبير النمطي الظاهري للصفات الوراثية. وحدها بعض خلايا الطفل تشهد فعلاً

Elizabeth Pennisi, «A Genomic Battle of the Sexes,» *Science*, vol. 281 (11) (1998), pp. 1984-1985.

الاختلاطية، المزيج الجسدي لمجينين والديين يتنازعان: الأمشاج. في الواقع، في الغدد التناسلية تشهد الأمشاج التجمع من أجل الأجيال القادمة من الصبغيات الوالدية... وذلك المزيج من المواد المورثة يمثل المفاجأة الثانية. وبدت الثابتية التكاثرية أنها القاعدة لدى الكائن الحي والتباين هو الاستثناء. وهكذا، يبدو أن الجنس قد انتهك تلك القوانين المقدسة والموجودة منذ البدء. هل الحياة بحاجة إلى تباين أم إلى ثابتية في نقل المعلومات المورثية؟ إن الإجابة ستعدّل. لقد استطاعت الحاجات أن تتطور خلال الزمن. في بداية تاريخ الكائن الحي، كانت طلائع (ARN) المجينية تعاني بلا شك كثيراً من غياب الجديلة المكمّلة أي بالتالي من استحالة إصلاح صحيح لآفاتها المجينية المتكررة (خاصة نظراً إلى الغلاف الجوي الذي كان في الأصل يختلف كثيراً لاسيما مع غياب طبقة الأوزون الواقية ضد الإشعاعات فوق البنفسجية المطفّرة). إن الكينونات لـ (ADN) مزدوجة الجديلة بوسعها استخدام الجديلة المقابلة من أجل إصلاح كل الآفات التي يمكن أن تحدث في السِّجل الأصلي، إضافة إلى ذلك، فإن الطاقة اللازمة من أجل كسر جديلتين ثابتتين هي أكبر بكثير من الطاقة اللازمة لكسر جديلة (ARN). إنه بلا شك لهذا السبب استطاعت لاحقاً مجينات (ADN) اجتياح الكائن الحي (تترك جانباً الكينونة الصغيرة التي لا تقهر من الفيروسات لـ (ARN) والتي بالنسبة إليها فإن تغيراً كبيراً يمكن أن يقدم منافع). لقد استبقى إذاً الاصطفاء آليات الثباتية ليتيح بناء هوية النوع ـ البدئي. مع ذلك، فإن الخلايا البدئية البكتيرية كان عليها سريعاً أن تتقاسمها الحاجة إلى الانعزال للحفاظ على هوية النوع ـ البدئي والحاجة إلى التبادلات المورثية من أجل التمكن من إصلاح آفات (ADN) وضمِّ التغيرات المفيدة لتطور النوع. لدى البكتيريا، يتوطد التوازن بفضل بعض الحواجز

بالنسبة إلى (ADN) خارجي المنشأ مثل أنزيمات التقييد، وبفضل ظواهر تبادل المواد المورثية التي يكثر حدوثها نسبياً حتى بين الأنواع المختلفة. إن تلك التبادلات تجعل تعريف النوع صعب التحديد في العالم البكتيري. ولدى حقيقي النواة، يكون المجين محبوساً في برج عاجي، النواة، التي هي مقدِس المعلومة المورثية. وبالتالي فإن تبادلات المواد المورثية أمر شبه مستحيل. وهكذا تداركت الحياة الجنسية عقم ذلك النظام حيث كل تبادل مستبعد. إن الجنس يفرض نفسه كوسيلة بالغة الرقة وقوية جداً لتدفع إلى التنوع في مجين محبوس في مقدِس. إنه يحدث بالتوازي حاجز نوع بالغ الاصطفاء بما أن إعادة الاتحادات ما هي إلا داخل الأنواع. وأخيراً، ينبغي التذكير بأن التغير والمزج المرتبطين بالجنس لا يتعلقان إلا بتغيرات أليليّة، في حين أن النظام يحث على حفظ مورثي كبير. وينبغي التفريق بين الندرة الكبيرة لأحداث إعادة الالتئام التي ستؤدي إلى استنساخ أو إلى حذف المورثات، في حين أن التغيرات الأليلية كثيرة الحدوث، ومزجها يسهّله الجنس.

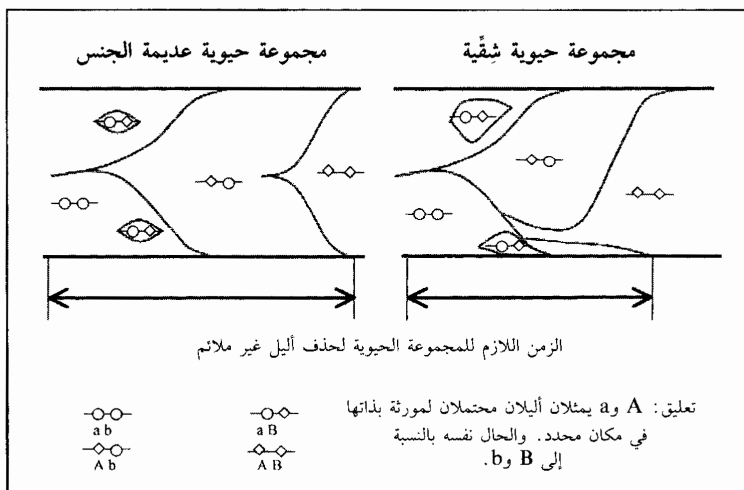
لماذا نجد أن «الكائن الحي بحاجة» إلى مثل قوة المزج المورثية تلك؟ هنا تظهر كل فائدة الجنس. إن ذلك المزج يحدث تغيراً واسعاً لدى الأفراد. وذلك التغير بالغ الأهمية في حالة تعديل البيئة[12]. إن الاصطفاء الطبيعي سيكون بوسعه الاعتماد على كل ألوان الميلان الذي يقدمه له الجنس، ليمارس اختياره. لنقارن مجموعة حيوية ذات تكاثر شقّي وأخرى ذات تكاثر عديم الجنس.

---

(12) N. H. Barton and B. Charlesworth, «Why Sex and Recombination?» *Science*, vol. 281 (1998), pp. 1986-1990.

في حالة مجموعة حيوية عديمة الجنس، فإن الإدماج للفرد نفسه في طفرات ملائمة سيستلزم مقداراً من الأجيال بقدر الطفرات التي ستدخل. فمثلاً من أجل ثلاث طفرات، فإن الإدماج سيلزمه ثلاثة أجيال (مثلاً ثلاث مرات عشرون دقيقة بالنسبة إلى البكتيريا، الذي يمكن أن يكون إلى حد بعيد زمن فعل مضاد حيوي). ويضاف، في كل مرحلة، إلى تلك الآلية ضرورة حيازة مجموعة حيوية كبيرة بشكل كاف، والتي تدمج الطفرة الأولى، لكي لا تكون احتمالية حدوث الطفرة الثانية معدومة، وهلمَّ جرّا في كل مرحلة. وبالنسبة إلى المجموعة الحيوية الشقّية، فإن المزج مثل تراكم الطفرات يحدث بسرعة كبيرة. وفائدة ذلك المزج هي بالطبع تبعاً لعدد الطفرات الملائمة الموجودة في المجموعة الحيوية في وقت محدد، حيث كلما كان الوقت واسعاً، كلما سيمثّل المزج ميزة اصطفائية بالنسبة إلى مجموعة حيوية عديمة الجنس (الشكل 10).

إن الجنس يجلب، إضافة إلى سرعة اتحاد الطفرات المناسبة، وجهاً آخراً تماثلياً ملائماً. إن الطفرات غير المناسبة، بدل أن تتراكم في كل جيل، فإنها تخلط وتحذف. ولدى المجموعات الحيوية الشقّية، بوسع فردين يحملان طفرات غير مناسبة أن يتكاثرا ليقدما «ذرية طبيعية» أي دون أي طفرة ضارة. في حين أنه بالنسبة إلى المجموعة الحيوية العديمة الجنس، فإن عدد الطفرات الضارة يزداد مع الزمن ليتراكم على مرّ الأجيال. وتقارن آلية تراكم الطفرات المؤذية تلك بسقّاطة تتعشّق بسلسلة أسنان خط حديدي. إن اتجاه التقدم تحدده سلسلة الأسنان تلك (هنا الزمن الذي يتقدم) دون أن يكون الرجوع إلى الوراء ممكناً. وللحد من آلية السقّاطة تلك، فإن الأنواع العديمة الجنس عليها تقييد حجم مجينها ومعدل الطفرة خلال التنسّخ، وتلك هي الحال لدى بدائي النواة.



الشكل 10: نموذج التطور التبايني لمجموعة حيوية شقيّة ومجموعة حيوية عديمة الجنس «مقتبس من: (Charlesworth, Ibid.). مع التكاثر العديم الجنس، على الطفرات الملائمة أن تتأسس تبعاً لذلك. على سبيل المثال إن أعدّ أليل (A) ليحل محل أليل (a)، فبوسع أي أليل ملائم في أي موضع (مثلاً B) أن يثبّت فقط إن حدثت الطفرة على مجين حامل لـ (A). ومع التكاثر الشقّي، يمكن لطفرات ملائمة في أماكن مختلفة أن تتآلف. وذلك يقود إلى ميزة خاصيات التعديلات التي دفع إليها الجنس وعودة الالتئام.

لقد وصفنا المزايا الانتقائية التي يمكن أن تعطيها مجموعة حيوية شقيّة. لقد لاقت عملية إضفاء الصفات الجنسية نجاحاً واسعاً في عالم الكائن الحي. وفي كل مرحلة من التطور، توجد آليات حفظ وتكيف الجنس داخل النوع. ومن الجنس، استحدثت الحيوانات الحياة الجنسية، وهي مجموعة آليات سلوكية معقدة استخدمت خلال التكاثر الشقّي. حتى أن التصرفات الجنسية لبعض الفقاريات غالباً ما انتزعت إعجاب علماء الطبيعة. وهكذا، فإن

الاستعراضات، والقتال حتى الموت أحياناً، والتغيرات الجسدية وغالباً المفرطة لدى الطيور في طقوس ضرورية قبل المزاوجة قد أثارت الدهشة دائماً بصفاتها المعقدة إلى حد كبير. من جهة أخرى، فإن مجمل تلك الطقوس أبرز دائماً مثال الاصطفاء الجنسي، الذي خلاله استطاع وحدهم الأفراد الأقدر على التكاثر أن يخلّدوا النوع (بعكس مفهوم التنوع الأحيائي). إن الجنس قد اغتنى آنذاك بهالة الحياة الجنسية التي يلاحظ دائماً من خلالها. ومع ذلك، فإن الجنس ليس له كهدف اصطفاء الذكور الأكثر جمالاً والأشد مقاومة. إن التكاثر الشقّي لم يخلق من أجل الجمال ورهافة الاستعراض الجنسي اللذين ليسا سوى عوامل ملحقة.

لابد أن الجنس قد جلب مزايا عديدة: مزايا على المدى الطويل، بما أن الجنس قد اجتاح منذ أمد طويل حقل الكائن الحي، ومزايا على المدى القصير بما أن ذاك توجب عليه فوراً أن يقاوم كلفة إنتاج الذكور.

على المدى القصير، كان يصعب دائماً فهم ميزة الجنس. ويبدو اليوم أن التلاؤم مع البيئة يتطلب مرونة ومزجاً وراثياً لسعة منقطعة النظير. إن تلك الظاهرة بدأت تدرك مع التفاعلات بين مضيف وعامل مُمرِض في النظام البيئي نفسه. إن العوامل المُمرِضة هي بالتأكيد كانت محرك تطور واصطفاء هام جداً وقد استطاعت أن تفسر اختفاء أنواع كثيرة خلال تاريخ الكائن الحي. وهكذا، فإن دور العداوى(*) يظنّ أنه وراء اختفاء أنواع محيطة شبيهة بالبشر، منذ بضعة ملايين من السنين، تاركة الإنسان وحده مع أبناء أعمامه القردة البعيدين. إن العداوى التي تصيب مجموعة حيوية بسيطة تمثل خطراً عظيماً. من

(*) مفردها عدوى.

الواضح أن اختفاء مجموعات سكانية هندية أميركية عديدة، بعد اكتشاف العالم الجديد، كان يعود إلى أوبئة الانفلونزا، والحصبة، والجدري، بمقدار ما كان يعود إلى شراسة الاستعمار. كيف استطاعت تلك العوامل الشهيرة الحميدة أن تسبب ذلك القدر من الخسائر؟ إن تلك العوامل لم تكن قد تطورت في العالم القديم، لقد تطورت تطوراً مشتركاً. أي أن الفيروسات والأفراد، كل من جانبه، تم اصطفاؤه ليعيش حسب أسلوب حياة مشرِّف للجميع. من ناحية المجموعة الحيوية، فإن الأفراد الأكثر تقبلاً لعدوى الفيروس تم انتقاؤهم وعلى الأرجح تم حذفهم. وبشكل مواز، فإن الأفراد غير القابلين للعدوى نالوا التفضيل. ومن الأمثلة الأكثر شهرة في تفاعل المضيف ـ المُمرِض نجد مثال العدوى البشرية بمرض ضعف المناعة المكتسب (VIH). منذ بداية وباء العداوى بـ (VIH)، فإن عدداً من الأفراد سرعان ما تم تحديدهم، لأنهم يحملون خاصية فريدة: على الرغم من سلوكياتهم الجنسية المجازفة إلى حد بعيد، لكنهم بدوا أنهم غير قابلين للعدوى بذلك الفيروس. ومنذ ذلك الحين، أقيمت صلة بين تلك الصفة من الطفرات التي تلغي تعبير مستقبِلة أو عدة مستقبلات لمواد تسمى (chimiokines)، تلك التي تساهم في تنظيم الاستجابة المحصنة[13]. وما يحدث أن تلك المستقبلات لديها أيضاً «وظيفة ملحقة» في التدخل كمستقبلة شريكة للفيروس. وتعمل تلك

(13) M. Dean [et al.], «Genetic Restriction of HIV-1 Infection and Progression to AIDS by a Deletion Allele of the CKR5 Structural Gene. Hemophilia Growth and Development Study, Multicenter AIDS Cohort Study, Multicenter Hemophilia Cohort Study, San Francisco City Cohort, Alive Study,» *Science*, vol. 273 (1996), pp. 1856-1862, and Rong Liu [et al.], «Homozygous Defect in HIV-1 Coreceptor Accounts for Resistance of some Multiply-Exposed Individuals to HIV-1 Infection,» *Cell*, vol. 86 (1996), pp. 367-377.

المستقبلة الشريكة كالقفل الذي يفتح باب الدخول إلى الخلية. فإن الفيروس الذي يظهر المفتاح على سطحه إن لم يجد القفل، لن يستطيع أن يعدي الخلايا وبالأحرى الأفراد. إن غياب مستقبلة الفيروس تمثل إذاً صفة بشكل إيجابي اصطفائية في المجموعة الحيوية النظرية الخاضعة لضغط فيروس جائحي. وبشكل مثير للفضول، نجد أن ظهور تلك الطفرة لدى السكان القوقاز تعود إلى أكثر من سبعمائة عام[14].

وكما أن تلك الفترة الزمنية تتطابق في أوروبا مع جوائح الطاعون، فقد افترض أن حاملي تلك الطفرة كانوا يتمتعون بميزة اصطفائية لمقاومة عصية الطاعون، الأمر الذي لم يتم بعد التأكد منه تجريبياً[15]. وفي حالة نموذج العدوى بـ (VIH)، فمن الواضح أن نظرية الاصطفاء الطبيعي في تناقص وباء عام كبير غير قابلة للتطبيق. لكن يبقى نموذج فريد في العدوى والذي تكون تفاعلاته عوامل مُمرِضة ـ مضيف معروفة بشكل أفضل، الأمر الذي يسمح بدعم عدد من الفرضيات. وهكذا يتشكل لهذا السبب نموذج مشجع على الاكتشاف لا مثيل له. لكن الاصطفاء لا يمارس في اتجاه وحيد من الفيروس إلى المضيف وإنما في الاتجاهين. فمن جانب الفيروس، إن السلالات الأشد خبثاً يتم إقصاؤها هي أيضاً بسرعة لأنها إذ تسبب أمواتاً كثراً، فإنها بذلك تخفض من قابلية النقل لديها: إن مضيفاً ميتاً لم يعد مضيفاً منتجاً وناقلاً للفيروس.

(14) J. Claiborne Stephens, «Dating the Origin of the CCR5-Delta32 AIDS-Resistance Allele by the Coalescence of Haplotys,» *American Journal of Human Genetic*, vol. 52 (1998), pp. 1507-1515.

(15) Stephen J. Elvin, «Evolutionary Genetics: Ambiguous Role of CCR5 in Y. Pestis Infection,» *Nature*, vol. 430 (2004), 1 p. Following 417.

إن ذلك النموذج في إضعاف حدة فيروس عند الانتقال من فرد إلى آخر أمر معروف منذ زمن طويل في الصين وقبل ظهور أول تلقيح حديث بفترة طويلة، وذلك بفضل فيروس فريد جداً: فيروس الجدري، الفيروس الجدري البشري المُمرِض. إن الأشكال المختلفة المخفّفة من ذلك الفيروس كانت بمثابة سلالات «لقاحية ـ بدئية» تجريبية تماماً في نظام ماقبل اللقاحي المسمى بـالتجدير، وهو السلف البعيد للتلقيح الشائع كثيراً في بريطانيا العظمى في القرن الثامن عشر. بيد أن تلك التقنية القديمة جداً كان لها عوائق كثيرة: أهمها كان رؤية بزوغ جدري حقيقي ومميت، ومن جهة أخرى، كان الشخص المفحوص المجدّر شخصاً مريضاً ويظهر أعراض جدري أصغر، وأخيراً، كان معد لمحيطه. لقد جعلت تلك المشاكل التجدير معطلاً لعدد من الأشخاص. لكن بالتمعّن في المصيبة التي مثّلها الجدري، فإن المخاطرة عوّضتها فائدة المناعة. وفي هذا السياق، كان عام 1796، الذي شهد ظهور تقدم هام في مكافحة تلك المصيبة. كان إدوارد جينر (Edward Jenner)، الذي ولد في إنجلترا في بيركلي عام 1749، جرَّاحاً من أصل متواضع ويتمتع بعقل فضولي، وقد اهتم بالكيمياء والمذهب الطبيعي مع تحقيق بعض النجاحات، لكنه انعزل في الريف الانجليزي حينما عرض عليه مركز عالم طبيعة في إطار بعثة في ما وراء البحار... وهو المنعزل في عالمه الريفي، انهمك في تجدير أتاح له لاحقاً تصميم أول تلقيح. لماذا؟ لأنه وهو الذي وهب في آن واحد حس ملاحظة نبيه وكذلك ساعده القدر، قام بأول ملاحظة لـ «تجدير» سكان الريف. لقد لاحظ آنذاك ظاهرة فريدة: لم يكن بعض الأشخاص يظهرون رد الفعل التقليدي على التجدير. والحال تلك، فإن هؤلاء الأشخاص هم بالضبط الذين أصيبوا بمرض شبيه، جدري البقر، الذي أصاب بقرة جينر. وإن منشأ جدري البقر هو فضلاً عن ذلك أمر غامض بما أن

الفيروس مختلف وراثياً عن الجدري وعن (cow-pox) جدري البقر. لقد أصاب ذلك المرض بشكل متكرر أكثر المزارعين وكان بالتالي لدى جينر فرصة كبيرة جداً (دون أن يعلم) للقاء «مرضى ملقّحين».

لقد ربط حينذاك بين الاثنين واقتنع بأن من الممكن حماية الإنسان من الجدري بأن يجهز له بشكل تجريبي جدري البقر. كان رأي جينر آنذاك ثورياً. لم تبق في ذهنه فيمابعد سوى هذه الفكرة: التحقق فيما إذا العدوى بجدري البقر تدفع إلى مناعة ثابتة ضد الجدري. والانتقال إلى الفعل سيستغرق عدة سنوات، لأن الأمر يتعلق بتلقيح الانسان بفيروس «بقري». وهكذا انتقل جينر إلى حيّز التجربة حينما جرّب على طفل عمره 8 سنوات (!) واسمه جيمس فيبس، وذلك في 14 أيار/ مايو عام 1796. أخذ عينة من لمف بثرة جدري بقر، من ساره نلمز، وهي ابنة مزارع يملك بقرة حلوب ظلّت شهيرة، وسماها اسماً شاعرياً هو الزهرة (blossom)، كانت السبب في اللقاح. وتم وضع اللمف في مابعد على تشطيبين جلديين صغيرين أجريا على ذراع الطفل. وهكذا تم إجراء التجدير. ولقد أبدى الطفل في سبعة أيام ألماً في الإبط مصحوباً بحمى خفيفة، لكن في اليوم التالي كان في أتم صحة. وجرى التثبت من عدم ضرر الطريقة، وبقي البرهان على فعاليتها. في الأول من تموز/يوليو، أي بعد ستة أسابيع على التلقيح، جدّر جينر طفله المجرّب عليه وتحقق بنجاح بأن ذاك لا يظهر أي علامة تقليدية من علامات مابعد التجدير، وإنما رد فعل صغير كتلك العلامات التي أظهرها سابقاً الجدري. إن الطريقة التي تقوم على نقل جدري البقر سمّيت تلقيحاً. لكن الأفكار الثورية لاقت صعوبة في فهمها. لقد وضع جينر أسساً ما تزال تجريبية لصيغة ثورية من أجل اتقاء الأمراض المعدية: التلقيح. وأرسل مخطوطة إلى الجمعية الملكية (Royal Society) التي رفضتها

بتهذيب ولكن بحزم. لكن جينر المتشبث برأيه، نشر على نفقة الكاتب عرضاً لأعماله في 17 أيلول/ سبتمبر عام 1798 بعنوان: **بحث حول أسباب وآثار جدري البقر، وهو مرض مكتشف في بعض المناطق الغربية من إنجلترا، وخاصة في منطقة غلوسترشاير والمعروف باسم كاو بوكس** (*An Inquiry into the Causes and Effects of the Variola Vaccina, a Disease Discovered in some of the Western Countries of England, Particulary Gloucestershire and Known by the Name of the Cow Pox*).

وسرعان ما انتشرت طريقة جينر أولاً في مستشفى سان جورج (St-George Hospital) عام 1799، ثم وبسرعة عمّمت بنجاح ينسب فضله إليه، حيث أن الجدري قد اختفى تماماً من حياتنا. ولقد أتاح جينر، لكن بعد وفاته، لمنظمة الصحة العالمية أن تعلن عام 1980 عن أول انتصار فريد في الوقت الحاضر على وباء في تاريخ البشرية: استئصال كلي وكامل لفيروس مُمرِض إلى حد كبير. إن نجاح جينر قد أبرز اكتشافاً، وهو تخفيف الفيروس عند الانتقال، أي عند إعادة زرع سلالة. إن انتقال فيروس على نموذج غير متلائم مع تكاثره، سواء أكان كائناً حياً أو في زرع خلوي، يحدث غالباً توهيناً للسلالة. في الواقع، إن ظاهرة انتقال الفيروس تلك إلى سلالة خلوية مستمرة يحرض على ضغط شديد لاصطفاء مرتبط بالتفاعلات الفيروسية الخلوية، للوصول إلى اصطفاء أشكال مختلفة من الفيروس هي الأكثر تلاؤماً مع الخلية التي أصابتها. وللمفارقة الكبيرة، أصبح بالإمكان جعل فيروس معد لخلايا مضيف لم تصب بالعدوى بشكل طبيعي أبداً (فيروس بشري وخلايا فأرية أو حشرات وبالعكس). وفي السياق ذاته للفكرة، فإن الفيروسات الأقل خبثاً هي أيضاً مفضّلة في ذلك النظام. في الواقع، إن الفيروسات الأشد خبثاً ستدفع سريعاً إلى

موت الخلايا التي تصيبها وبالتالي ستنشر الغصن الذي عليه تتكاثر. في حين أن الفيروسات الأقل عداءً ستصيب خلايا متعددة، وستتكاثر بشكل أكبر فعالية بكثير في النهاية. وبعد انتقالات كثيرة، أثبتت التجربة أن من الممكن الحصول على سلالات قد فقدت عملياً كل خبثها ويمكن استخدامها كلقاح.

وهذه هي حال السلالات اللقاحية المستخدمة من أجل التلقيح ضد الحمى الصفراء (سلالة 17 D Rockefeller) أو من أجل التلقيح ضد شلل الأطفال (سلالة Sabin). إن ذلك النموذج من انتقال الفيروس في سلالات مستمرة يشكل حتى نموذج اصطفاء طبيعي يستخدمه علماء الأحياء المنظّرين في التطور، أولئك الذين بوسعهم آنذاك أن يضعوا ببساطة نماذج للتفاعلات المعقدة. إذاً من الضروري قطعاً أن نفهم تطور النظام مضيف ـ طفيلي كتطور مشترك. وذلك لا يعني أن أحدهما يصطفي الآخر، ولا أن الآخر يصطفي الأول، وإنما يعني أن الاثنين يختاران بعضهما بشكل مشترك.

وهنالك فرضية مشوّقة سمحت حديثاً بوضع نماذج للتفاعلات بين الفيروس والمضيف، مشيرة إلى أن النظام المناعي يحث على اصطفاء يقود الفيروسات إلى اختيار مسلك فوضوي فيما يخص تعبير مولّد المضاد(*). وهكذا فإن مجموعتي الفيروسات والأفراد تتبادلان التأثير باستمرار. إن المعركة التطورية بين مضيف ومحيطه المسبب للعدوى تقارن غالباً بمفارقة الملكة الحمراء (Reine Rouge). إن فرضية الملكة الحمراء قد أطلقها لاي فان فالين (Leigh Van Valen)، من جامعة شيكاغو، عام 1973[16]. واستمدت اسمها من

(*) مولّد المضاد: مادة ينشأ عن حقنها في الجسم أجسام مضادة لها.

(16) Leigh Van Valen, «A New Evolutionary Law,» *Evolutionary Theory*, vol. 1 (1973), pp. 1-30.

قصة لويس كارول التي تستدرج فيها الملكة الحمراء أليس إلى سباق ثابت عبر مرآة. وذلك السباق ثابت لأن الديكور يتبدل بنفس سرعة أليس التي كانت تجري بلا توقف دون أن تتقدم سنتيمتراً واحداً. ذلك الكابوس هو الذي عاشه مضيف قائمة من العوامل المُمرِضة التي يكون تطورها متزامن ومتفاعل. وفي نهاية الأمر، فإن ذلك السباق لا طائل من ورائه، لأن البيئة تتطور بالاشتراك مع النوع. وتلك الحكاية لم تأت على حين غرّة من خيال فان فالين. إنها نتيجة دراسات هامة جداً تناولت مدة الحياة الجيولوجية لأكثر من أربع وعشرين ألف نوع، أجناساً وفصيلة منقرضة. وقد نجم عن ذلك أن احتمالية انقراض نوع لا تختلف بحسب عمر السلالة.

إن احتمالية الانقراض ثابتة، وبالتالي فإن جهود تكيف النوع مع البيئة هي جهود غير مفيدة. وبما أن التطور لا يسمح بتقليص احتمالية الانقراض، فإن السباق التطوري موهم على الرغم من أنه لا يمكن تجنبه. إن تلك الفرضية، على الرغم من أنها جذابة جداً ومفيدة كثيراً لفهم ضغط الاصطفاء على المدى القصير الذي تحدثه بيئة الفرد، فإنها تعاني من بعض الانتقادات. والواقع أنه يصعب التحقق منها. لكن، على الرغم من أن فرضية «الملكة الحمراء» تبدو مغرية، لأنها تتكهن بأن التكيّف ليس له معنى، إلا أن تلك الفرضية لها حدودها. إنها لا تتوقع التكيف مع بيئة مستقبلية تختلف عن البيئة الموجودة في وقت الملاحظة. إن التطور هو سباق مسعور للتكيف في الوقت الراهن، دون استباق للمستقبل. في هذه الظروف، يتفهم المرء الانقراض المفاجئ لأنواع أُحفورية مثل الديناصورات في زمن الانتقال بين العصر الثاني والعصر الثلثي. في الواقع، إن الفرضيات الأشد تأسيساً تسترجع إما نشاطاً بركانياً ضخماً وإما تصادماً مع حجر نيزكي من أجل تفسير اختفاء نظام بيئي مزدهر كثيراً. ويتعلق الأمر

أيضاً بفرضية يبدو التحقق منها صعباً. على كل حال، فإن دراسات النمذجة(*) وصلت إلى نتائج متناقضة. ويبدو بشكل خاص أنها لم تستطع تفسير انبثاق الجنس في كل الأحوال[17].

على كل حال، من الواضح أن ظهور الحياة الجنسية يحث على مزج وراثي بحيث أن مقاومة الأمراض المعدية تصبح معززة كثيراً بفضل آلية الجنس تلك في تبادل المورثة عبر المجموعة الحيوية. يشكل الجنس إذاً وسيلة لتعزيز مقاومة العوامل المُمرِضة... لكن الطبيعة بوصفها مكثارة، فإن الحماية من العوامل المُمرِضة تتطور بصورة ملحوظة في عالم متعددات الخلايا مع تحسن النظام المناعي، وهو نظام معقد إلى درجة كبيرة لدى الثدييات ومصنوع بأكمله لاستطلاع ما هو عدا الذات.

من المشوّق صنع ما هو مشابه للكريات اللنفاوية للنظام المناعي الذي كانت «إشكاليته الأولية» في القدرة على استطلاع كل مولدات المضاد الظنية التي استطاعت الوجود في الوسط الخارجي. إنها آنذاك قد طوّرت تلقائياً نظام مزج مورثي في الخلايا الجسدية خارج كل قصد خفي جنسي. ويسمح ذلك النظام بإعادة اتحاد الصبغيات التي تضم سلاسل مورثات بالغة التنوع مدخلة في نهاية بنى الغلوبولين الممنّع لتوليد جسم مضاد. تلك الأجسام المضادة تتمتع بخاصية ناجمة عن إعادة اتحاد سلاسل استطلاع ما هو عدا الذات. وهكذا من الممكن استحداث، بطريقة عشوائية، وبفضل مجمل إعادة الاتحادات لمورثات كرياتنا اللمفاوية، فهرساً مناعياً لأكثر من مليار جسم مضاد مختلف، أي ما يكفل بشكل طبيعي التعرف على أكثر

(*) النمذجة: وضع النماذج.

(17) Sarah P. Otto and S. L. Nuismer, «Species Interactions and the Evolution of Sex,» *Science*, vol. 304 (2004), pp. 1018-1020.

من مجمل العوامل المُمرِضة المُعدية للإنسان بشكل احتمالي. إن المزج المورثي والحماية من عوامل البيئة المُمرِضة يعيشان إذاً بوفاق. لكن كل شيء له ثمن، فالعوامل المُمرِضة تستطيع أيضاً الاستفادة من الاستراتيجيات الجنسية لمضيفيها. وهكذا، فإن العوامل القابلة للنقل جنسياً تحقق نجاحاتها في اتصالات مخاطية وثيقة تحافظ عليها الحيوانات خلال علاقاتها الجنسية. إن الجنس، وهو استراتيجية تملّص المُمرِضات، يستطيع أيضاً أن يكون مورّداً للمرض...

وأخيراً، وعلى نحو أكثر توسعاً، فإن تفاعلات مضيف ـ طفيلي بالغة الأهمية، حيث أن مجمل المحيط الحيوي الحيواني يعمل وفق نموذج خاص من التطفلية، غيري التغذية. إن الحيوان لا يستطيع الحياة دون أن يرتبط بنظام بيئي يغترف منه موارده الغذائية التي ينتزعها من عالم النبات. إن عالم الحيوان يمثل إذاً مايشبه الزائدة الفظيعة، التي تعيش على حساب العالم النباتي. وإن إدراك تفاعلات مضيف ـ طفيلي تتجاوز إذاً كثيراً التفاعل الوحيد مضيف ـ عامل مُمرض، بما أن الكل في النهاية يدخل في دائرة التطفلية لنوع أو عدة أنواع أخرى.

وعلى أطول مدى، ما هي المزايا التي يمكن أن يحملها الجنس؟ في المدة الزمنية نجد أن الجنس هو عامل تلاؤم قوي إلى أقصى حد. ومن الواضح جداً أن التطور لايُقاس على المدى القصير. فالجنس على المدى الطويل هو عامل مرونة للمجين وعامل تكيف لا نظير له في عالم الكائن الحي. وإن الانفجار الاشعاعي لمتعددات الخلايا هو بالطبع قد ارتبط بالجنس الذي وفّر للمجين التنوع، والتعدّل، والتكاثر، وإيجاد فصائل من المورثات التي تحوّلت مع حاجات اللحظة الآنية. إن التنوع الباهر لعالم متعدد الخلايا، مقارن برتابة كئيبة لعالم البكتيريا، يعود الفضل فيه إلى الجنس. إن الجنس هو إذاً مورّد الأصالة في عالم الحياة.

وللعودة إلى الإشكالية الأصلية، ما هي العوامل التي بوسعها تفسير الانتقال بين عالم باهت لا جنس فيه، وتدخل مزعج جنسي؟ إن الإجابة ليست بالتأكيد غائية. إن التفسير معمّم على جميع التطورات الكبيرة في عالم الحياة، ومرتبط بالتفاعل بين مصادفة عمياء واصطفاء دقيق وفعال. لا بد أن الجنس قد ظهر مع تقلبات عالم حي، فائر لكن يحده خطل جنسي خامل وأصالته ضعيفة. في البداية، إن مجرد صفة غريبة تنجم عن طفرة مكدّرة أو عن خطأ غائي، فإن مزاياها تثبته بسرعة كنموذج تكاثري، كينونة معيارية، انتقال لا غنى عنه ليس فقط من أجل المستقبل التطوري، وإنما أيضاً من أجل بقاء الأفراد وبالتالي بقاء النوع، الجنس يتطور. والمورثات الموجّهة للعملية الجنسية تتطور هي أيضاً، مشكّلة فصائل معقدة موجودة في كل الأصناف. وفي بعض الأنواع، يرتد الجنس، ويتعايش مع تكاثر غير شقّي.

وتعطي حشرة الأرقة مثالاً عجيباً جداً عما يمكن أن يعطيه التطور. إنها بوسعها أن تتكاثر بطريقتين: التوالد العذري الذي هو نموذج تكاثر ولود(*)، في حين أن التكاثر الشقّي هو بيوض. إن التكاثر البَيوض يتمتع بميزة إنتاج البيوض التي تقاوم البرد. ويختار الصيف والشتاء المعتدل إنتاج سلالات عذرية التوالد تجتاح المجموعات الحيوية، في حين أن مجرد شتاء قارس ينتقي سلالات للتكاثر الشقّي... وقد ابتعد آنذاك الجنس عن وظيفته الأولى كمازج للمجينات، ليعطي ميزة لمقاومة البرد. ولدى الفقاريات العليا، يزدهي الجنس بإضافات سلوكية عديدة مثل الحياة الجنسية.

إن أساليب التقرّب واختيار المنجب متضمّنة بشكل أوسع في تنظيم اجتماعي للنوع. وفي كثير من الأنواع نجد أن ذكراً وحيداً

(*) ولود: الحيوان الذي يتكاثر بالنسل، مقابل البَيوض.

مسيطراً يقترب من الإناث التي تحفظ له وحده. ولا يستطيع آنذاك الذكور الآخرون المسيطر عليهم التكاثر. وإن تنظيم المجموعة يظهر في الحياة الجنسية. . . لدى الإنسان، تتخذ الحياة الجنسية أشكالاً من التفنّن الأقصى حيث تكون لعبة الإغراء بالغة الإتقان.

إن انبثاق الجنس ينبغي مع ذلك أن يكون مشمولاً في فلسفة الكائن الحي، وفي المنطق الأحيائي، مثل نظام تبديدي محفوظ ذاتياً محرّض لتعقد يتزايد باستمرار، نظام يولّد تلمُّساً، حول نظام ثابت، مستوى من التعقيد الرفيع. إن الكائن الحي هو إذاً مدرج في قوانين عمل الفيزياء. إنه لا يفلت من أيّ قانون من قوانينها. إنه مثله مثل كل نظام تبديدي، مبدع للتعقيد. والجنس لم يعد بالتالي ابن الشيطان، والمسخ، والانحراف المتجسد ثانية. كلا، إن الجنس هو مجرد نتاج لقانون فيزيائي اصطفته طبيعة عمياء. واصطفاؤه مرتبط بكل بساطة بالميزة الاصطفائية التي ينجزها. وبدعة الجنس لم تكن بلا نتائج. فهو قد دفع التطور، وأتاح في النهاية التسبب بإيجاد الإنسان. ودون الجنس، ربما بقي العالم بركة لا متناهية من البكتيريا التي تتبادل دون عقدة مادتها المورثية عبر خطل جنسي بسيط. بفضل الجنس، فتحت آفاق جديدة الطريق لانبثاق الجنس البشري.

الفصل الثامن

هل تختزل الحياة بالتقانة(*)؟

إن العلاقات بين التقانة والإنسان قديمة بقدر ما هي مزدوجة، لقد تأرجح الإنسان بشكل دوري بين حماس للتقنية مطمئن، وبين خوف عنيد منها. إن التحكم بالتقنية بقي مع ذلك مفهوماً على أنه العلامة التي تفصل عالم الإنسان ـ الحيوان عن عالم الإنسان ـ الممدّن. باختصار، إن التقنية هي علامة لا تبطل لتخطّي عتبة بين المجموعة الحيوانية والمجموعة البشرية. إن ذلك التمييز العميق يشير إلى أن وراء التحكم التقني، ثقافة تتهيّأ، تنقلها الاتصالات الاجتماعية، وذكاء حول معنى الوجود ظهرا معاً أخيراً لأجل الإنسان ـ الحيوان. إن التقانة ترسخ بشكل نهائي تمدين الإنسان. لكن العلاقات بين التقنية والإنسان لا تختصر في تجاوز عتبة بسيطة.

إن كل مرحلة جديدة في التحكم بالتقنية تقلب بشكل عميق علاقة الإنسان بنفسه. والتحكم بالنار، والحديد، والبخار قد حوّل، وقلب، وحتى أحدث ثورة في المجتمعات التي ظهرَ فيها. وإن ميدان

(*) مجموع الوسائل التي تستعمل الأجسام الحية لإجراء تحويلات تطبيقية في صناعة الأغذية أو الأدوية أو المواد الكيماوية. . .، الخ.

التقانة لا يشذّ عن تلك القاعدة. وهكذا، فإن تطوير تقنيات جديدة في ميدان الكائن الحي يثير جدلاً حامياً، لأنه يتعلق بتحوّل علاقة الإنسان بالحياة. في الواقع، إن التقنية الحديثة تنبذ الأسس وحتى المفاهيم القديمة لمعنى كلمة الحياة. وفي هذا السياق، من الممكن الحديث عن ثورة تقانية. تلك الثورة التي جلبها العلم، تثير ردود فعل متفاوتة. ويستنكر البعض، ظهور همجية جديدة مع القوة الحيوية الوليدة. وآخرون نفد صبرهم أمام تردد ومراوحة العلم في مكانه، في انتظار مكفّر لولادة صعبة لعالم أفضل... إن التقدم التقاني يمكن أن يسحر بقدر ما يمكن أن يحدث من كروب.

إن الهدف المعلن للتقنيين (ولا يتناول الحديث التشكّك هنا في حسن نياتهم) هو أن توضع تحت تصرف البشرية الأدوات التي ستسمح بتحسين الصحة أو الرفاهية العامة. لكن تغيير الإنسان ليس أمراً لا قيمة له. ليس لأن الإنسان يشكّل مقدساً تواجه فيه الاعتقادية الأشد صرامة كل شكل من أشكال التدخل لصالح منفعة ذاك الذي هو ضحية له، وإنما لأن الإنسان هو أيضاً فرد في جماعة فريدة، هي الجماعة الإنسانية. إن كون الإنسان جزءاً من تلك الجماعة يعطيه حقوقاً، ويتطلب أيضاً واجبات. وتلك الواجبات هي بشكل خاص تلك التي فرضها القانون، وأيضاً وبشكل خاص، تلك التي فرضتها الأخلاق بمعنى القاعدة الأخلاقية. لقد كانت قواعد الأخلاق التي تلزم كل فرد يتمتع بالعقل هدفاً جوهرياً في تفكير إيمانويل كَنْت. وإن الإعلان عن مبادئه الأخلاقية أحدث تصدّعاً في الفكر الفلسفي حينما نشرت للمرة الأولى عام 1785. لقد برزت تلك المبادئ في عالم لا يُلهِم فيه احترام الكرامة الإنسانية إلا عدداً قليلاً من الفلاسفة وحيث كانت أيضاً العبودية أمراً طبيعياً مثل عقوبة الإعدام. بالنسبة إلى كَنْت، فإن أول تمييز بالغ الأهمية هو ضروري، بالنسبة إلى أفعال المرء:

هناك من جهة أفعال يمكن إنجازها بمقتضى ضرورة مشروعة (وبالتالي هي خارج الفرد) ومن جهة أخرى هناك أفعال يمكن إنجازها بمقتضى ضرورة أخلاقية (وبالتالي هي خاصة بالفرد). إن ذلك التمييز بين ما هو أخلاقي وما هو مشروع مهم جداً من الناحية التطبيقية، بما أن الميتافيزيقيا الكَنْتية تفرض أخلاقاً تتجاوز صرامتها بشكل كبير ما يتساهل به القانون (وما تساهل به في الزمن الذي نشرت فيه تلك المبادئ). لكن ذلك التمييز هو جوهري أيضاً، لأن كَنْت يرى أن القانون الأخلاقي يهيمن على كل اعتبار آخر. ووحده الشكل المحض للقانون الأخلاقي يضع أسس إلتزام مطلق. إن قوانين الأخلاق هي إذاً ذات صفة عامة، حيث يقول: «اعمل بحسب مبدأ تستطيع في الوقت نفسه أن يصبح قانوناً عاماً»[1]. إن كَنْت يقترح إذاً أن تطبق على علم الأخلاق الإنساني قواعد كلّية، أو أنها تميل إلى أن تكون كلّية. بالنسبة إلى كَنْت، فإن صفة «عام» لا تعني الرغبة في أن تطبّق على الأخلاق، وعلى الجوهر الإنساني، قوانين أكثر اتساعاً، مثل قوانين الفيزياء. إنه يستند إلى مفهوم المعيار الثابت المستقل عن الظروف أو عن تغيرات المصالح الخارجية. إنه يؤسس فعلاً الأخلاق بوصفها بحثاً دائماً عن المطلق.

في كتابه **أسس ميتافيزيقا الأخلاق**، يدفع كَنْت إلى توقف فريد بفضل ذلك المبدأ الذي رتّلته جميع مجالس الأخلاق يقول: «اعمل بحيث تستخدم الإنسانية، في شخصك وفي شخص الآخرين، بوصفها غاية على الدوام، وليس أبداً ببساطة على أنها وسيلة»[2].

---

(1) Emmanuel Kant, *Fondements de la métaphysique des mœurs*, trad., notes et postf. de Victor Delbos; préf. de Monique Castillo (Paris: Librairie générale française, 1993).

(الطبعة الأصلية عام 1785).

(2) المصدر نفسه.

ويضيف بوضوح: «لكن الإنسان ليس شيئاً، إنه ليس بالتالي غرضاً يمكن معاملته ببساطة على أنه وسيلة، وإنما ينبغي اعتباره دائماً في كل أفعاله غاية في حد ذاته. لذلك فأنا لا أستطيع أن أتصرف في شيء في الإنسان في شخصي، سواء في بتر عضو منه، أو في الإضرار به، أو في قتله»[3]. وبغض النظر عن الزمن، فإن المبادئ العامة للميتافيزيقا الكَنْتية تبقى دائماً حقيقة جلية. لا يمكن فهم الإنسان إذاً على أنه هدف دراسات في المطلق، ولا على أنه هدف تقني بالمعنى الشائع. وفي كل مرة تنوي التقانة استخدام حياة بشرية، فإن مبدأ ميتافيزيقا كَنْت يبقى صالحاً. إن الاعتراف بالغيرية، والإرادة المدروسة بألا نجعل الآخر شيئاً، هما حواجز أخلاقية لا يمكن تجاوزها.

لكن لا يمكن حل جميع المشاكل بمجرد قراءة ميتافيزيقا كَنْت. إذ أصبح من الواضح إدراك أن ما من إنسان ينبغي اعتباره وسيلة، فإن معرفة من الذي يعتبر إنساناً قد أصبحت أقل فأقل وضوحاً. إن ذلك السؤال هو هدف نقاش حام منذ أن أتاح تقدم علم الأحياء التسلل إلى مراحل الحياة الأولى. حينما يظهر الجنين، هل الإنسان يكون موجوداً؟ هل الجنين هو إنسان منذ التخصيب، هل هو إنسان ـ كامن، أم أنه شيء يمكننا التصرف به كما نشاء؟ إن الأمر يتعلق بمشكلة هامة جداً وهي ليست مشكلة فلسفية فقط وإنما توضّح أن نتائجها تطبيقية بشكل واسع. وهكذا، فإن محكمة النقض كان عليها مؤخراً أن تقرر إن كان من الممكن إسناد صفة القتل غير العمد إلى سائق أرعن جرح في حادث امرأة حاملاً، مسبباً موت الطفل الذي تحمله في الرحم. هل ذلك السائق الأرعن الذي سبّب موت شخص سيولَد مستقبلاً، شخص قادم، مسؤول عن قتل الجنين أم مسؤول

(3) المصدر نفسه.

عن مجرد ضربات وجروح على الأم؟ من الضروري إذاً أن يعرّف بشكل أكثر وضوحاً من هو الشخص الإنساني الحي من الناحية القانونية ومن الناحية الأحيائية أيضاً، لأن القانون يستلهم بالضرورة المعطيات من الأخلاق ومن العلم في آن واحد.

وعلى النحو نفسه، من المشروع التساؤل عن صلة الأدوات الجديدة المطورة من أجل هدف أوحد هو اقتناء بضعة سندات مصرفية أو شيئاً من الشهرة، دون العبء بتشييء(*) الكائنات الإنسانية. لأن في منطق البحث عن المعارف، يحل منطق معترف به بشكل أقل محل تنقيب جامح عن النفع. إن الحياة يمكن أن تجلب المال، والكثير من المال. فالحياة حينذاك مسخّرة، شيّئتها مجموعات كبيرة متعددة الجنسيات ملتهمة الملايين في أبحاث من المعروف أنها يمكن أن تضاعف الاستثمار الأولي بعشرات المرات. في الوقت الحاضر، لا تمر عدة شهور دون أن يتم تطوير تقنيات جديدة، مؤيّدة ببراءات اختراع، أو أن تنشر نتائج جاءت من برنامج تحديد تسلسل الجينات في مجينات أنواع ما تزال تفتقر إلى ذلك التحديد. وتزداد حدّة الإيقاع بصورة ملحوظة والعديد من التقنيات المرخّص بها ستكون سريعاً مربحة عبر شركات متعددة الجنسيات.

وإن المفهوم نفسه لاستخدام الكائن البشري من أجل التوصل إلى أدوات جديدة، وبالتالي إلى مغانم جديدة، هو نسبياً أمر مثير للسخط بالنسبة إلى الذين لا ينظرون إلى الإنسان على أنه ماكينة تكنولوجية. كيف نربط، ونصل، ونقرن بكلمة مستحدثة واحدة مفهومين، هما مع ذلك متناقضين؟ إن استطاع علمُ الأحياء أن يكون هدف تساؤلات عقلانية ودراسة علمية، فهل من الممكن أن نترك

(*) تشييء: تحويل إلى شيء.

ذلك العلم يقع في أحبولة أغلال التقنيين. إن الرد بالإيجاب في كل الظروف قد يكون رغبة في جعل الحياة البشرية أداة، وسيلة، لخدمة الإنسان. والتاريخ البشري هو في الواقع ملطّخ بآثار شنيعة. وتلك الآثار تذكر بوضوح بالمصاعب الكبيرة للإنسانية في ضبط نزواتها الحالّة ذاتياً، والعنيفة، والمخرّبة. منذ مجتمعات الرقّ وحتى انحرافات استعمال علم تحسين النسل على يد الأنظمة الشمولية في القرن العشرين، وإغواء تطبيق نجاحات علم الأحياء الحيواني أو النباتي على الإنسان لم يخلّف إلا الذكريات الحزينة. والانحراف رغم ذلك مغر: كل تقدم لعلم الأحياء باعتباره علماً، يقرّب أكثر الكائن الحي من أصله الفيزيائي- الكيميائي ويبعده عن «صفته الفريدة». لكن المبادئ الأساسية للميتافيزيقا الكَنْتية تذكرنا بأن الحياة إن استطاعت وينبغي أن تكون هدف دراسة علمية ـ وهذا هو معنى علم الأحياء ـ فإن الحياة الانسانية لا ينبغي في أي حال أن تشيّء، وأن تسخّر مثل غرض مبتذل لتقانة باردة تستخدم دون عقل.

هنالك حل يمكن أن يتمثل في أن يستمد، عبر ملاحظة قواعد الطبيعة، قوانين يمكن تطبيقها على البشرية، نوع من «الفلسفة الطبيعية» انطلاقاً منها قد يكون بالإمكان تكديس قوانين أخلاقية عامة. لسوء الحظ، فإن مبدأً بسيطاً جداً هو عبثي تماماً. إن التطبيق على الإنسان معايير فرضها نموذج قد يكون نموذج قوانين الطبيعة، سيكون مخالفاً لما يشكّل تفرّد البشرية منذ أقدم عهود التاريخ. إن القوانين التي تنظّم الطبيعة تختلف اختلافاً عميقاً عن القوانين التي تنظّم المجتمعات الانسانية. إن تحريم سفاح القربى الذي بنيت عليه المجتمعات البشرية ليس له أي أساس أحيائي. وفي المجتمعات الحيوانية نجد أن سفاح القربى جائز تماماً. وإن الرغبة في اتخاذ قوانين الطبيعة نموذجاً ربما تعود إلى اتهام ذلك الحظر الموجود في جميع المجتمعات الانسانية.

لكن هنالك محظورات أخرى كثيرة تؤسس القوانين البشرية. وهكذا فإن تحريم قتل الآخر لا يعتبر «غير مشروع» بنظر الطبيعة التي ترضى تماماً بقتل الآخر (يكون عموماً هو الأضعف). وبهذا الخصوص، فإن علم تحسين النسل، الذي استخدمته في القرن العشرين بعض المجتمعات الشمولية (ليست وحدها فقط)[4] قد ألهم عقائدية طبيعية ماتزال تسمى بالداروينية الاجتماعية، وفكرتها هي أن يفرض على المجتمعات الانسانية وبطريقة اصطناعية، انتقاء طبيعي (وإقصاء لمن هم الأكثر ضعفاً، لاسيما المعوّقون) وذلك لمسايرة المعايير العامة للطبيعة.

وليس من قبيل المصادفة أن العلماء الذين شاركوا في تطوير توليفة التطور في بداية القرن العشرين قد اعتنقوا بدرجات متفاوتة مبادئ علم تحسين النسل، ماعدا حالات استثنائية منهم. لكن الحياة الانسانية لا يمكن إخضاعها لقوانين الاصطفاء الطبيعي بحجة وحيدة هي تطبيق الاصطفاء على جميع الكائنات الحية في الحالة الهمجية، وبحجة صفة الاصطفاء «الشاملة» في الطبيعة. إن القبول سيكون إنكاراً لتفرّد الانسانية، ونفياً أيضاً لوجود الثقافة بما أن الواقع الوحيد الملموس قد يكون واقع قوانين الطبيعة. قد يتعلق الأمر بتراجع هائل. إن ذلك قد يعني أن عهداً جديداً قد ظهر، وهو ربما سينكر ويسحق مبادئ الانسانية الأكثر جوهرية. إن مبادئ عدم تحويل الآخر إلى شيء قد يحل محلها آنذاك إشباع رغبات أقوى لأولئك الذين يمسكون بزمام «سلطة التقانة الأحيائية».

---

(4) André Pichot, *La Société pure: De Darwin à Hitler* (Paris: Flammarion, 2000), et Jay Gould, *La Mal-mesure de l'homme: L'Intelligence sous la toise des savants*, traduit de l'américain par Jacques Chabert (Paris: Ramsay, 1983).

وإن الرغبة المتزايدة لبعض العلماء في رؤية إنكار خاصية الإنسان تثير أحياناً الحزن. إن جيمس واطسون الذي حصل على جائزة نوبل للطب، ومكتشف البنية الثلاثية الأبعاد لـ (ADN) لم يشتهر كمتنور في المجتمع العلمي. لكن النقاشات التي أجراها مع أكسل كاهن (Axel Kahn) عام 1995 بخصوص حقوق الإنسان أثارت الانشداه: «لقد سمعت أكسل كاهن يتكلم عن حقوق الإنسان، لكن عن ماذا أراد التكلم بالضبط؟ (. . .) إن الكائنات الانسانية ليس لها حقوق، إن لها حاجات أولية (. . .)، من غذاء، وتربية، وصحة. والحاجات لا تتغير أبداً، لكن ما ندركه نحن كحقوق إنسان يختلف ليس فقط من منطقة إلى أخرى في العالم، وإنما أيضاً عبر التاريخ. لذلك، ينبغي أن نكون حذرين جداً في مرجعية حقوق الإنسان ومرجعية صفتها غير الملموسة. (. . .) وإحدى نتائج الثورة الداروينية أنك إن قلت إن الإنسان يتمتع بحقوق غير قابلة للتصرف بها، فإن ذلك ينطبق أيضاً على الكلب، ثم على الفأر الصغير، وعلى ذبابة الخل. . . أين نضع الحد أمامنا؟ (. . .)»[5].

إن خطاب جيمس واطسون يستند إلى تيار خيالي في الوسط العلمي الذي يريد رؤية تطبيق القوانين الثابتة للطبيعة على الأمور الانسانية. وذلك النوع من التفكير الذي تشدده بقدر تمكنه من الوجود، هو أقرب ما يكون إلى المنظومات الفكرية التي دعمت أسوأ الأعمال الهمجية في القرن العشرين. وينبغي الاعتراف بأن كثيرين يرون بأن هناك فوضى سائدة في ما يتعلق بمفهوم حق الإنسان. وهذا يورغن هابرمس يذكّر بأن «(. . .) مفاهيم قانونية مشبعة أخلاقياً مثل مفاهيم «حقوق الإنسان» أو «الكرامة الانسانية» لا تفقد فقط مضاءها إن وسعناها بشكل زائد بطريقة مخالفة

---

(5) Axel Kahn, *Et L'Homme dans tout ça?* (Paris: NIL, 2000).

للحدس، وإنما أيضاً تفقد إمكانيتها الحساسة»[6].

بيد أن مامن حاجة للرجوع بعيداً في التاريخ لنتعرف على الظروف الرهيبة التي انبثق منها مفهوم الجريمة ضد الانسانية. إنها «محكمة نورمبرغ» التي حاكمت المجرمين النازيين بما يعود إليه تعريف مفهوم الجريمة ضد حقوق الإنسان غير القابلة للتقادم: الجرائم ضد الانسانية. في الواقع، لقد طبع القرن العشرون نهائياً برعب معسكرات الإبادة النازية، اكتمال دنيء لنكران كلي لكل انتماء إنساني في ما يخص معذَّبي عالم المعتقلات. ويروي بريمو ليفي[7] الذي اقتيد إلى المعتقل (Haftling 174517) والذي بقي على قيد الحياة في معسكر الاعتقال «أوشفيتز» المجابهات التي لا تحتمل، والتي كانت له مع الدكتور بانفيتز، الذي كان كيميائياً مثله، لكنه من عالم نازي مناهض للعلم فيقول: «منذ ذلك اليوم، فكرت مرات كثيرة وبطرق كثيرة بالدكتور بانفيتز. لقد تساءلت عما كان يمكن أن يعتمل في داخل ذلك الرجل، كيف كان يشغل وقته خارج البلمرة[*] والضمير الهندي الألماني، وعلى الأخص، حينما أصبحت رجلاً حراً، رغبت في لقائه مجدداً، ليس لكي أنتقم لنفسي وإنما لكي أشبع فضولي في معرفة النفس البشرية. لأن نظرته لم تكن نظرة رجل

---

(6) Jürgen Habermas, *L'Avenir de la nature humaine: Vers un Eugénisme libéral?*, trad. de l'allemand par Christian Bouchindhomme (Paris: Gallimard, 2002).

(الطبعة الأصلية الألمانية عام 2001).

(7) Primo Levi, *Si C'est un homme*, trad. de l'italien par Martine Schruoffeneger (Paris: Julliard, 1987), et Miklos Nyiszli, *Médecin à Auschwitz: Souvenirs d'un médecin déporté* (Paris: Julliard, 1961),

(الطبعة الأصلية الهنغارية عام 1946).

(*) بلمرة: تحوُّل مركَّب لآخر.

لرجل آخر، وإن كنت أستطيع أن أشرح عميقاً طبيعة تلك النظرة، كأنها متبادلة عبر زجاج حوض سمك بين كائنين ينتميان إلى عالم مختلف، لكنت قد شرحت في الوقت نفسه جوهر النظرة المجنونة للرايخ الثالث. كل ما اعتقدنا به وقلناه عن الألمان يتخذ ذلك الشكل في تلك الآونة. كان العقل الذي كان يأمر هاتين العينين الزرقاوين وتلك اليدين النظيفتين يقول بوضوح: «إن ذلك الشيء الذي أمامي ينتمي إلى نوع ينبغي من دون أدنى شك إزالته. لكن في الحالة الراهنة، من الملائم قبل ذلك التأكد من أنه لا يخفي عنصراً صالحاً للاستعمال». إن تلك القصة تذكّر بشكل رهيب بالتمزق بين عالمين، عالم اليقينيات الهذيانية للدكتور بانفيتز العاشق لعلم يخدم زيغاً عقلياً، وعالم «Haftling 174517» المقاوم باستماتة لتشييئه. للأسف لم يكن الدكتور بانفيتز منفرداً في العالم العلمي في ذلك الزمن. كان هناك آنذاك أعضاء بارزون في المجتمع العلمي الألماني يدعمون النظام النازي سواء بفرصة المهنة بعد طرد منافسيهم العلماء ذوي الأصول اليهودية، أو باعتناق الأيديولوجية النازية التي لم تكن تخفي آراءها المصابة بالهذيان من الناحية البيولوجية تجاه الأعراق وتدرجها الهرمي في النوع الانساني. وللمفارقة، فإن النظام النازي المفعم بذلك القدر من الكره نحو بعض البشر كان، وبتأثير شخصي من هتلر، أول دولة تتزود بترسانة قانونية محكمة معدّة لمنح حقوق للحيوانات وللدفاع عنهم. ومن المستحيل أيضاً فهم لماذا كان النازيون يمنحون الحقوق لكلب ولا يمنحوها لطفل لأنه يهودي. من الدكتور بانفيتز إلى الدكتور منجل، تمتع عدد من المسؤولين النازيين، على الأقل بقسط من الثقافة العلمية التي كان من الممكن أن تفتح أعينهم على الحقيقة الموضوعية للنظام، لكنهم سقطوا في الهمجية الأشد انحطاطاً. ويحكي الدكتور ميكلوس نيزلي (Miklos Nyiszli)، وهو السجين «A.8.450» الذي نجا من الوحدات الخاصة (SonderKommando) في معسكر الاعتقال

أوشفيتز، عن حياة أولئك الرجال «المبدّلين» كل أربعة أشهر والذين كان لهم امتياز حزين بأنهم عبيد الطور النهائي من الإبادة النازية. تلك القصة جعلت أبكماً كل امرئ وهب حسّاً إنسانياً[8]. هو طبيب يهودي هنغاري، لا يعود الفضل في بقائه حياً إلا لمعرفته الكاملة باللغة الألمانية ولقدراته في ممارسة تشريح الجثث التي سيقوم بها للمنفعة الحصرية للدكتور أوبرسترمفهرر منجل. ذات يوم من عام 1944، حينما كانت ألمانيا النازية تترنح، أجرى نقاشاً قصيراً ذا طابع خاص مع ذاك الذي سيصبح على نحو حزين الرمز النازي لمناهضة العلم فيقول: «لكن في هذه المرة، بدا محبطاً إلى درجة أني تجرأت على سؤاله: «سيد أوبرسترمفهرر، إلى متى ستستمر تلك الإبادات؟» نظر إلي وأجاب: «(. . .) صديقي، سيبقى الحال دائماً على ما هو عليه، دائماً على ما هو عليه!» كنت ألمح خلف تلك الكلمات، استسلاماً مرهقاً وسقيماً. نهض من مقعده، وغادر المخبر، وفوطته بيده (. . .). « في الأيام المقبلة سيكون أمامك عمل مشوّق». (. . .) وسرت فيّ قشعريرة لأني أعتقد أن العمل المشوّق يمثل موت مجموعة جديدة من التوائم.» كيف بوسع أطباء، رجال علم أن يصلوا إلى مثل ذلك المقت البارد؟ الإجابات ليست حاسمة، لكن آثاراً عدة تم توضيحها. إن قصص الناجين من المعسكرات، مثل قصة ميكلوس نيزلي، الذي عاش الحياة اليومية للإبادة، والدناءة المعتادة للمناهضة النازية للعلم في قانون غير مرغوب به للوحدات الخاصة، هما لا غنى عنهما لفهم وحشية النظام، ومعاناة الضحايا، وبشكل خاص، ما يعنيه الإذلال وتشييء الإنسان. إن قصة الدكتور نيزلي تروي ما لا يطاق، كاصطفاء بعض المعتقلين اليهود الحاملين للتشوّهات، وكان يتوجب عليه استجوابهم،

(8) Miklos Nyiszli, *Médecin à Auschwitz: Souvenirs d'un médecin déporté* (Paris: Julliard, 1961).

وفحصهم سريرياً، قبل رؤيتهم وهم يعدمون، ثم عليه أن يشرّح أجسادهم بدقة وأخيراً أن يشوي رفاتهم لساعات طويلة ليحصل على هياكل بشرية مخصّصة لمجموعات متاحف الرايخ الثالث في سبيل مجد العرق الآري. «إن أعمال الدكتور منجل التي يدعمها مفهوم العرق المتفوق، حول وجود توأمين هي علم كاذب. وكذلك خاطئة تماماً نظرية انحطاط نوع العاجزين والأقزام المرتكزة على دونية العرق اليهودي (. . .) إن هياكل العاجزين والأقزام الذين قتلوا هنا، مرفقة بأسمائهم، وأعمارهم، ومهنهم . . . إلخ، سيتم ترتيبها في قاعات خاصة في المتاحف الكبيرة». لقد أتاحت تلك القصص الفردية للضحايا وشهود الهمجية العمياء إدراك الآليات اللامنطقية لتفكير المجرمين النازيين. وكان مجرمو مناهضة العلم قد قرروا من أجل تلبية حاجة مزيّفة، وقد استحوذت عليهم الأيديولوجية التي تحيل الإنسان إلى شيء، أن يقوموا بتجارب تستجيب لمعايير الأيديولوجية النازية بمنأى عن كل أخلاق. بيد أن أولئك الرجال كانوا يعرفون فظاعة ما اقترفته أيديهم، والدليل الواضح على ذلك هو إخفاء الجرائم وذلك قبل تحرير المعسكرات. ووسط فوضى نهاية النظام النازي، هرب كثير من أولئك المجرمين المناهضين للعلم ثم ظهروا مجدداً بعد بضع سنوات في سرية هادئة وباشر بعضهم حياة مهنية ثانية. ولقد أحاط بينو موللر ـ هيل، في كتاب حول «**العلم النازي**» المرتكز على مقابلات مع وجوه النظام السابقين، بتلك السير لرجال الثقافة العلمية أو الطبية الذين وقعوا في مشروع جريمة جماهيرية(9). لقد بين فيه كيف أنه انطلاقاً من قبول كره الأجنبي أو المريض، كمعيار للعلاقة

---

(9) Benno Muller-Hill, *Science nazie, science de mort: L'Extermination des juifs, des tziganes et des malades mentaux de 1933 à 1945* (Paris: Odile Jacob, 1989).

(الطبعة الألمانية الأصلية عام 1984).

الاجتماعية، انزلق أولئك الرجال نحو الدناءة بحسب ثلاثية جنونية: التحري، والتمييز العنصري، والإبادة. انطلاقاً من دراسات انتروبولوجية مكلّفة باستحداث مصطنع لمفهوم العرق البشري، ثم بتصنيفها وترتيبها، مروراً بالتمييز العنصري (عقب وضع القوانين العنصرية)، ووصولاً إلى تطبيق علم تحسين النسل السلبي على المصابين بالأمراض العقلية (تعقيمهم الالزامي، ثم إبادتهم)، أخلى عدد من الأطباء النفسيين والأطباء مشافي العلاج النفسي من مرضاها وفقدوا بالتالي أساس سلطتهم. وتوجه بعضهم آنذاك نحو المعسكرات: إتقان فائق لتقنياتهم في الانتقاء ـ الإبادة الجماعية المركّزة على جمهرة من المرضى العقليين، وتوقفها المؤقت هو مذبحة شعب بأكمله بهمجية لا حدود لها. وفي كتابه «الطب النازي وضحاياه»، يحلل إرنست كلي (Ernst Klee) بدقة دوافع المناهضة النازية للعلم قائلاً: «إن الطب تحت ظل النازية، هو الانتقاء أولاً ودائماً. وإن الأشخاص الأدنى من الناحية البيولوجية هم مستبعدون من «الجسم العرقي»، ودائماً مع الوعد بأفضل مستقبل للشعب (Volk)... إن الفرد لا يحسب حسابه إطلاقاً، إنه يعقّم، ويقتل قتلاً رحيماً، ويتم إعدامه طبياً دون أدنى شفقة. وإن أوشفيتز ليست انزلاقاً: إنها ذروة طب الاصطفاء. من المنطقي تماماً إذاً أن نجد في المقدمة أطباء يرسلون إلى غرفة الغاز رجالاً يزيد عمرهم عن خمسين عاماً ونساء فوق عمر الخامسة والأربعين. ما من أحد أظهر نفسه في المقدمة أكثر من جوزف مانجل. إنه رمز طب الاصطفاء الألماني»[10]. لقد بيّن إرنست كلي، عبر دراسة منهجية تستند إلى الوثائقَ التاريخية للرايخ

---

(10) Ernst Klee, *La Médecine nazie et ses victimes*, trad. de l'allemand par Olivier Mannoni (Paris: Le Grand livre du mois, 1999).

(الطبعة الأصلية الألمانية الأصلية عام 1997).

الثالث وعلى محاكمات المجرمين التي أعقبت تحرير المعسكرات، وجود نظام مرتّب هرمياً على أكثر من مستوى فيه يكون السجناء هدفاً لمساومات إدارية، وتنافس بين مختلف الأقسام، ومفاوضات ورق خلفها تظهر الظروف الكريهة لمعسكرات اعتقال ستستخدم فيها الجرذان البشرية. لقد عانى آلاف من ضحايا ذلك النظام من عذاب عظيم لا طائل من ورائه. واختلطت أعمال حول حمى التيفوس، ومرض السل، والملاريا، والغنغرينة الغازية، وتسمم الدم مع أعمال أخرى حول البقاء على قيد الحياة في المرتفعات، وفي الماء البارد، وفي ظروف نقص الغذاء، أو اختلطت أيضاً مع أعمال لمصلحة الصناعة الكيميائية. وكل ذلك له قاسم مشترك: إنه لم يفض إلى شيء ولا إلى أي معرفة نافعة في الطب أو لتقدم العلم. إن تلك البرامج، المغلّفة بهذر علمي، لم تكن إلا مشروع إبادة كئيب.

وينبغي أن تظل تلك الحقبة من تاريخ البشرية تذكرنا بأن «ثقافة العلم» لا تشكل متراساً متيناً في وجه عمى بصيرة بعض العقول التي تخدم أيديولوجية غير إنسانية نهائياً.

ترى هل سيشهد القرن الواحد والعشرين ظهور علماء يشاركون في مشروع كذاك؟ ما من شيء يسمح باستبعاد ذلك نهائياً، حتى لو أن ذلك الاحتمال قد تلاشى في المجتمعات الصناعية. إن إنسان «مابعد أوشفيتز» لم يعد هو نفسه. وإن ظروف الإبادة البشرية قد جرى إعادة تقييمها بشكل عميق خلال محاكمات نورمبرغ، ثم عبر إعلان هلسنكي. ولم يعد هنالك مجتمع معاصر دون لجنة تقييم أخلاقية للتجارب هي في آن واحد لجنة طبية وعلمية. لكن العالم قد تطور أيضاً بشكل عميق في الربع الأخير من القرن العشرين. فأوروبا قد حل السلام فيها والديمقراطية. والمجابهة بين الكتل السياسية لم تعد موجودة، والأيديولوجيات الكبيرة التي كانت تحيل الإنسان إلى وسيلة إنتاج تدعم نصر نظام أصبحت بشكل نهائي تنتمي إلى

الماضي. والزمن لم يعد لانتصارات أيديولوجية شمولية غير معقولة تضع مصلحة كيان أعلى فوق احترام الحياة الإنسانية. في «العالم الغربي» دفع تراجع الممارسات الدينية، وانهيار الطوباوية الشيوعية، وصعود المجتمع المتحرر، إلى تركيز المجتمع على الفرد. وإن الإنسان الغربي في القرن الواحد والعشرين لم يعد مستعداً لأن يضحي بحياته لصالح قضية عليا، أو لصالح أيديولوجية، أو حتى لأجل إله. وفي الوقت نفسه الذي قدّس فيه الفرد، ولّى قبول التضحية في سبيل قضية سامية.

ويبدو أن مخاطر استخدام ثمار تلك التقنيات الأحيائية من جانب نظام شمولي قد تلاشت بالتالي. إضافة إلى ذلك، فإن الاحتمالات العملية لتشييء الإنسانية على نطاق واسع عبر التقانة الأحيائية بعيدة عن أن تكون واقعاً. ويؤكد ذلك يورغن هابرماس قائلاً: «إن السياسة الأحيائية في الوقت الراهن وإن كانت محدّدة، لا تهدف إلى تحسين الإرث المورّثي للنوع بمجمله (...) في المجتمعات المتحررة، إنها الأسواق التي يتحكم بها البحث عن الربح والأفضليات المرتبطة بالطلب التي تدع القرارات المتعلقة بتحسين النسل للاختيارات الفردية للوالدين، وعموماً للرغبة الفوضوية للمستخدمين وللزبائن (...)»[11].

وهكذا، فإن الخطر لم يعد يأتي من مجتمع شمولي، وإنما من مجتمع متحرر، كل امرئ فيه قاض حر فيما يمكن أن يحمّله للآخر، ولذريته. لكن حينذاك، ألا يعدّ بعض الأشخاص المحوّلين إلى أهداف تجارب مثل الأجنة البشرية المستنسخة وجْهاً لبشرية تتعرض للخطر، ومجروحة فرضياً وأسيئت معاملتها؟ إن أوهام التقانة

(11) Habermas, *L'Avenir de la nature humaine: Vers un Eugénisme libéral?.*

الأحيائية لبعض المذاهب، والاعتداءات على الحياة وعلى الحريات الأساسية التي يمكن أن تدفع إليها بعض التقنيات ينبغي أن تقودنا إلى تصور حاضر ومستقبل مختلف تحكمه قواعد جديدة. مستقبل مابعد العصري يمكن أن تلحق به بعض القواعد التي ستسمح بحماية الجزء الإنساني الموجود في كل شخص منا. وهذا الجهد من أجل تحضير قواعد جديدة تصاحب تقدم العلم هو أمر جوهري. ويذكّر بذلك لوك فيري قائلاً: «سيتوجب على الإنسان المدفوع إلى مصير أصبح بوسعه أن يبنيه، والوحيد في صراع مع شياطينه، أن يجد في نفسه الإجابات على التساؤلات التي أثارها. وعليه أن يخترع، تقريباً من العدم، قواعد سلوكه تجاه القوى التي أطلقها من عقالها والتي ما من أحد يعرف بعد كيف سيفلح في السيطرة عليها»[12].

إن رجل القرن الواحد والعشرين، المتحكّم في ولادته، والمتحكّم في ما يخص الآخرين، عليه أن يبني قواعد جديدة ليحتاط من قوته نفسها، ومن قدرته على الإيذاء. لكن تلك القواعد لا يمكن أن تبنى من العدم. ينبغي أن تأخذ في حسبانها في آن واحد التعريف الأخلاقي لمبدأ الإنسانية والتعريف العلمي لمبدأ الحياة.

وفي هذا السياق، أصبح هناك الآن أرضية مشتركة للإعلان عن ولادة علم جديد، ينحدر من الاضطرابات العميقة، ومن الثورة التقنية الأحيائية. وهكذا، أعلن الفيلسوف الألماني بيتر سلوتردجيك (Peter Sloterdjik) عن ولادة إنسان «مابعد العصري»، الذي يمكن أن يكون هدف اصطفاء بفضل التقدم في علم الأحياء[13]. إن بعض

(12) Luc Ferry, *L'Homme-dieu ou le sens de la vie* (Paris: B. Grasset, 1996).

(13) Peter Sloterdjik, *Règles pour le parc humain: Une Lettre en réponse à la «lettre sur l'humanisme» de Heidegger*, trad. de l'allemand par Olivier Mannoni (Paris: Ed. Mille et une nuits, 2000).

(الطبعة الأصلية الألمانية عام 1999).

الكلمات التي أطلقت أثناء مؤتمر في ألمانيا عام 1999 زرعت اضطراباً في الرأي العام الدولي المتشكك دائماً من إحياء الأيديولوجية النازية[14]. وحتى لو أن سلوتردجيك ليست لديه سريرة أيديولوجية متطرفة ويتساءل فقط عن اتجاه ذلك التطور، إلا أن اختيار بعض الكلمات (مثل عبارتيّ «حديقة إنسانية» أو «ترويض») تصدر عن إرادة واعية في التفكير حول اتجاه مستقبلنا الصادم للضمائر.

إن التدرب صعب في بلد أثّر فيه بشكل عميق التاريخ الحديث. وتتنبأ شخصيات أخرى بولادة مابعد الإنسانية. وإن فرانسيس فوكوياما، الذي كان قد تكهن بنهاية التاريخ بعد سقوط حائط برلين، اقترح اليوم ولادة مابعد الإنسانية كنتيجة للثورة التقنية الأحيائية[15]. إن الأخطاء الفادحة لفوكوياما، بمصطلح التحليل التاريخي لسقوط النظام السوفياتي، تتراكب مع الأخطاء المتعلقة بالثورة التقنية الأحيائية. والمقصود بمصطلح «مابعد الإنسانية» أن المفهوم نفسه للإنسانية قد أصبح بالياً ومفقوداً، وحلّت مكانه مفاهيم جديدة. والحال تلك، فإن الثورة التقنية التي كثيراً ما أعلن عنها لم يكن لديها أبداً طموح بأن تتحمل تغيرات بمثل ذلك التطرف.

والحقيقة هي أمر آخر تماماً، إن مفهوم الإنسانية مركزي ولم يتم استخدامه أبداً بهذا القدر. ويبدو أن الدفاع عن الإنسانية يتجاوز الانشقاقات، بدءاً من العلماء الذين طالبوا بالعودة إلى الإنسان مثل أكسل كاهن، وانتهاءً بالباحث الكاثوليكي جان ـ كلود غيّيوبو الذي وضع الدفاع عن الانسان في مبدأ أساسي في كتابه «مبدأ

(14) D. Dhombres, *Le Monde* (11 mai 2000).

(15) Francis Fukuyama, *Our Posthuman Future: Consequences of the Biotechnology Revolution* (London: Profile Books, 2002).

الإنسانية»[16]. إن تجاوز «مرحلة عبر الإنسانية» بفضل تقنيات أحيائية وبفضل ظهور تحكم جديد (ومدروس) بمصير الإنسان باعتباره فرداً أو باعتباره نوعاً هو خرافة إلى حد بعيد. كما لو أن تاريخ الإنسان قد تقطع إلى مراحل كثيرة ليصل إلى انبثاق مابعد الإنسانية. ويدحض دومينيك جانيكو (Dominique Janicaud) تماماً تلك الفرضية: «(. . .) إن تجاوز الإنسان هو خرافة ـ خرافة محابية لازدهار العلوم والتقنيات، خرافة يدعمها ذلك التضخم الإعلاني الذي سمّيناه «الخطاب ـ التقني».

لماذا تلك الخرافة بالغة القوة؟ لأن الإنسان نفسه هو تجاوز، لكن بمعنى مازال مبهماً. إن ما ينتظر إنسانية الغد ليس السموّ الإنساني، على الرغم من العناصر الهائلة للتطور التقني: إنها الأشكال الجديدة ـ للأسف ربما هي الفظيعة ـ للبربرية»[17]. إن مابعد الإنسانية يثني عليها الجميع إلى حد أن يصطنع منها شعار تجاري فارغ بقدر ما هو خطير. إنها تريد أن تأخذنا إلى أن نصدق بأن التقنيات الأحيائية قد سيطرت أخيراً على الوجه الخفي للإنسان لإدخالنا في جنة عدن جديدة. إن مابعد الإنسانية هي خرافة إلى حد بعيد، وهي فضلاً عن ذلك خرافة خطيرة، لأنها مسؤولة عن حملنا على قبول أفظع التشويهات لاحترام الإنسانية.

إن هدفي هو محاولة فهم تعقد المشاكل الأخلاقية الأحيائية عبر التعريف الذي اقترحته عن مفهوم الحياة. ذلك لأن تطبيق المبادئ الأخلاقية في حدها الأدنى، مثل مبدأ عدم إيذاء حياة بشرية عمداً، يستلزم بوضوح تعريفاً لكلمة الحياة. كيف يمكن حماية الحياة البشرية

(16) Guillebaud, *Le Principe d'humanité* (Paris: Ed. du Seuil, 2001).

(17) Dominique Janicaud, *L'Homme va-t-il dépasser l'humain?*, le temps d'une question (Paris: Bayard, 2002).

دون التمكن من إعطاء تعريف واضح لها؟ لذلك على علم الأحياء أن يعلن بشكل جلّي عن التعريف الذي يرغب بإعطائه للحياة. لكن يوجد هنا ثمّة فراغ. إن العالمين ـ عالم قوانين الإنسان، وعالم قوانين علم الأحياء ـ يتعايشان لكن يبدو أنهما متباعدين بشكل فظيع. وقد لاحظ ذلك فرانسوا جاكوب قائلاً: «إن مفاهيم الديمقراطية، والملكية، والراتب، هي أيضاً تفتقر إلى الدلالة بالنسبة إلى خلية أو متعضّية بقدر افتقار مفاهيم التكاثر أو الاصطفاء الطبيعي بالنسبة إلى جزيء منعزل. أي أن علم الأحياء قد خفّف في دراسة الإنسان تماماً مثلما خفّفت الفيزياء في دراسة الخلية»[18].

ويردّ لوسيان سيف (Lucien Sève) معلناً: «بالطبع، إن المعرفة الأحيائية لا تدخل في تنافس مع الأخلاق ولا مع القانون لتوضح لنا ما يتعلق بالخير والصواب. إنها لا تزعم جدوى استجداء الفلسفة لتنويرنا حول الإنسان والحرية»[19]. مع ذلك، حينما يدخل عالم الأحياء بطريقة التحطيم على عالم قوانين الإنسان التي يعتقد كل امرئ أنها مقدّسة، فإن تحديات وتوترات هائلة ستظهر للعيان.

---

(18) François Jacob, *La Logique du vivant* (Paris: Gallimard, 1970).

(19) Lucien Sève, *Pour Une Critique de la raison bioéthique* (Paris: Odile Jacob, 1994)

الفصل التاسع

ملكية الكائن الحي: مفهوم جددته التقنيات الأحيائية

إن تلك المسألة تقليدية، وقديمة، لكنها أيضاً لاتزال غامضة. كان للكائن الحي دائماً سعر سوق، منذ أنظمة المقايضة وحتى الزراعة الحديثة. من الممكن إذاً تملّك كائن حي مثل شيء: شراء بقرة، كلب، سمكة، شجرة، نبات، بذور مثلما سيارة أو رغيف خبز. كل شيء مع ذلك ليس بالغ السهولة.

معركة القابلية لشهادة البراءة

إن تطوراً حديثاً في البلدان المتقدمة هو الرغبة في أن يُبسط على الكائن الحي نظام شهادة البراءة الصناعية الذي كان يقتصر في السابق على الأشياء الجامدة (وقد تم ابتكاره في البداية حصرياً لأجلها). في بعض الحالات، يمكن أن تقلّص الملكية إلى مجرد حق استخدام. وبعض أوجه الكائن الحي يمكن أن يحميها قانون الملكية الفكرية! الكائن الحي قابل للتسجيل كبراءة اختراع! مثل حال اسطوانة، حيث الثمن يحسب بمبلغ سعر المادة الخام للدعم وسعر الحقوق التي تسمى حقوق «الصانع» والذي هو مكافأة على عمل

الصانع. لكن بالنسبة إلى الكائن الحي، من هو الصانع؟ بالتأكيد ليس هو الإنسان. والحال تلك، يمكن إخضاع الكائن الحي لحقوق ملكية مرتبطة بالاستخدام، ليس لصانعين، وإنما لمكتشفين. إن تلك الحقوق تضمنها شهادة البراءة. إن شهادة البراءة تخوّل مالكها احتكاراً شبه حصري للشيء. وللمفارقة، فإن ذلك المفهوم قديم نسبياً، وإن كان تعميمه تم حديثاً.

وها هو لويس باستور يحصل عام 1873 من «المكتب الأميركي للبراءات»، على حماية لخميرة خالية من الجراثيم المُمرضة. وكان قد عزل آنذاك سلالة جديدة، هي مبعث طمأنينة لمخمّري الجعة. وقد تمت حماية ابتكاره آنذاك بوصفه إنتاجاً فكرياً. ومنذ ذلك الحين أعطيت شهادة براءة لعديد من الأنواع، كل ابتكار تمت فهرسته وحمايته. في ذلك العهد، لم يكن مبدأ تملك ذكاء الكائن الحي يطرح أدنى مشكلة. من المحتمل كثيراً أنه في ذلك الوقت، كان من المستحيل تخيل الشكل الذي قد يتخذه الجدال ونتائجه الاقتصادية. وإن الاستئناف المعاصر لذلك الجدال حدث عام 1972. في الواقع، بدأ علم الأحياء الجزيئي الناشئ يحمل بواكير ثماره الواعدة كثيراً. وقد استحدثت أناندا شاكرابارتي (Ananda Chakrabarty) بكتيريا معدّلة وراثياً قادرة على إزالة تلوث الهيدروكربونات. وقدمت بشكل طبيعي طلباً لدى «المكتب الأميركي لشهادات البراءة»، الذي سرعان ما شهد تدفق طلبات الطعن. واحتدم الجدال. وكان على محكمة العدل العليا الأميركية، آخر سلطة للطعن القضائي، أن تفصل في الأمر. قرار دياموند إزاء شاكرابارتي، الذي صدر عام 1980 عن خمسة أصوات مقابل أربع، أكد شرعية القابلية لشهادة البراءة لتلك البكتيريا مقرّاً بحذق المدعي الذي كان قد ابتكر كائناً حياً فريداً. لقد أصبح عالم الكائن الحي حينذاك «قابلاً للتملك». منذ ذلك الحين، كان لا بد للتشريعات وأحكام القضاء في العالم كافة أن تدمج،

طوعاً أو كرهاً، ذلك المعطى الجديد العلمي الاقتصادي. ومنذ ذلك الحين، عرف الجدال حول القابلية لشهادة البراءة للكائن الحي حدّة المنشار. ويخف عقب كل خاتمة قضائية، ليحتدم بعنف حالما تظهر احتمالات تنظير. وكانت أول هجمة حمّى هي طفل العبقرية المورثية، والثانية هي ابنة برامج تحديد تسلسل الجينات داخل جزيء «د.إ.ي.» للمجينات، المرتبطة بسياسة الحكومة الأميركية في النهوض بالملكية الفكرية. وكان عام 1995، من وجهة النظر تلك، مضطرباً بشكل خاص. وهنالك رجل يرمز بشكل أكثر خصوصية إلى الفوران الذي أصاب الأوساط المقتصرة على البحث بخصوص المجينات: كريج فنتر (Craig Venter). كان ذلك العالم في البداية نصير، في تسعينات القرن الماضي، لتحديد تسلسل الجينات في المجينات، أسس بالشراكة وأدار شركة للتقنية الأحيائية. وفي عام 1995، أصبح فنتر حديث الناس حينما طلب إعطاء شهادة براءة للسلاسل العشوائية الناشئة عن البنوك المجينية الخاصة. إن محاولته الناجمة عن عمل جريء قامت على تحديد تسلسل جينات مراسيل (ARN) الناشئة عن النسج المختلفة والتي تعكس بالتالي البروتينات الكبرى المعبّر عنها في تلك السلالات. إن تلك الاستراتيجية المبتكرة سمحت بتحديد مباشر للمورثات المفيدة في مختلف سبل التخلّق. وبحسب رأي فنتر، فإن نشر تلك السلاسل أدى إلى خسارة كل حق في شهادة البراءة: ينبغي إذاً إعطاء شهادة البراءة من أجل تجسيد التقدم الذي ناله. لقد أثارت طلباته دوامات قوية في المجتمعات العلمية والسياسية. وباختصار، لقد تم رفض طلبات فنتر. والباعث الرئيس هو أن سلالات ذات أصل صدفوي لا تتيح إطلاقاً إثبات أي ابتكار. إن المكتشف لا يستطيع أن يستفيد من أي اكتشاف، وبالتالي من أي شهادة براءة. وفي الحالة المناقضة، فإن المصادفة تقرّ كإمكانية منح شهادة براءة.

ومنذ ذلك الحين، فإن أحكام قضاء ترسّخت سواء في الولايات المتحدة مع «المكتب الأميركي لشهادات البراءة» أم في الجانب الآخر من المحيط الأطلسي مع نظيره الأوروبي. إن المجين قابل للتسجيل كبراءة بشكل مؤكد إن أثبت المكتشف أصالة اكتشافه عبر معرفة وظيفة السلسلة في المجين. وهنالك مجلات متخصصة وشهيرة مثل مجلة (*Nature Biotechnology*) رصدت بشكل منتظم حالة فن شهادات البراءة في كل فرع من التقنيات الأحيائية. إن النصائح بالنسبة إلى المرشّحين إلى شهادات البراءة لا تغيب، لأن شهادة براءة سقيمة هي أكثر كارثية من عدم وجود شهادة براءة على الاطلاق. كل شيء ينبغي وصفه: وظائف المورثة، البروتين المرمّز، وسائل الدراسة والحصول على تسلسل، وسائل توجّه التسلسل، الامكانيات المحتملة العلاجية والطبية. كل ما ينبغي حمايته، ينبغي التفكير فيه وأخذه بالحسبان.

إن تلك «الهستيريا الجماعية لشهادة البراءة» في كل مجالات علم الأحياء لا تخلو من مخاطر. وقد ارتفعت أصوات عديدة لتنقد بصرامة تلك الممارسات. والحق يقال بأن المجتمع العلمي معتاد تقليدياً على المشاركة في النتائج وعلى التواصل العلني، أكثر من اعتياده على سياسة السر الخاص في العالم الصناعي. وقد نشر حقوقيان أميركيان هما مايكل هيللر (Michael Heller) وريبيكا إسنبرغ (Rebecca Eisenberg) وجهة نظر في المجلة المرموقة **علم** (*Science*)، وفيها عرضا مثالاً مشوّقاً[1]. وهما اللذان استعادا مجاز «مأساة الجماعة»، الأثيرة لدى غاريت هاردن (Garret Hardin) أستاذ

---

(1) Michael A. Heller and Rebecca S. Eisenberg, «Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research,» *Science*, vol. 280 (1998), pp. 698-701.

علم البيئة، اقترحا أن يشاهد في تلك السياسة السائبة في مغنم التملك صورة في مرآة: «مأساة المناهضة للجماعة».

وكان قد تم الإعداد لمأساة الجماعة من أجل توضيح التهديدات المرتبطة بالاكتظاظ السكاني، وانقراض الأنواع، والتلوث الهوائي... وكان الأستاذ هاردن قد قدم بياناً عام 1968، مستخدماً صورة مجازية لمرج معروض للمرعى العام لجميع رعاة المنطقة. وبشكل عفوي، فإن كل راعٍ في المنطقة سيريد الاستفادة من الفرصة السانحة وأن يضع خروفاً في ذلك المرج، حيث أن المرعى لن يكلفه شيئاً. ومتابعاً الأساس المنطقي، فإن كل واحد سيغريه تلقائياً فيمابعد أن يضع في المرج خروفاً آخر، ثم أخيراً عدداً أقصى من الحيوانات، إذ إن من لم يفعل ذلك سيكون مغبوناً بالنسبة إلى الجيران. لكن الاستخدام المكثّف للمرج سيفضي سريعاً إلى ندرة العشب... ويؤدي إلى أن يصبح الخير العام غير صالح. إن الحرية الكاملة في جماعة تؤدي سريعاً إلى خراب المنفعة المشتركة.

إن مأساة مناهضة الجماعة، هي النقيض: الصورة في مرآة مأساة الجماعة. فحينما يتم تقاسم مورد هام بين ملّاك صغار متعددين يستبعدون أنفسهم بشكل متبادل عن استخدام خيراتهم، فإن النظام يتجمد تماماً. وهذا ما يحدث في بلدان الكتلة السوفياتية السابقة حيث أن الانتقال بين الاقتصاد الشيوعي، واقتصاد السوق يؤدي إلى تشوشات خطيرة في العمل. وإن استحالة إيجاد موارد مالية للاستثمار كافية من أجل بيع ممتلكات الدولة يؤدي إلى تفتت قوانين الملكية وإلى النفور من البنى التحتية الصناعية الرئيسة. إن تلك الآلية تفسر الوفرة الحاصلة في تجارة الشارع في حين أن البرد كان بالأحرى سيدفع التجار إلى التمركز في المجمعات التجارية السابقة المهجورة والتي كانت تابعة للدولة. لقد صنع الكاتبان تشبيهاً بين تلك المشاكل والانتقال بين العرف التقليدي في إتاحة المعطيات وكثرة تسجيلات

الملكية بخصوص الابتكارات التقنية الأحيائية. في هذه الحالة، فإن المشكلة هي أكثر إزعاجاً من وجود التجارة في الشارع: إنها سياسة البحث برمتها التي أصبحت منكمشة. حيث أن تسجيل براءات الابتكارات في دراسات ضد التيار يحدّ من التطبيقات، شلال في اتجاه التيار، وعفوية البحث أصبحت محدودة بل حتى أثراً بعد عين. والعائق ليس فقط إدارياً، وإنما مالياً. وكلفة البحث أصبحت مثقلة. وفي نهاية السلسلة، فإن تحسين النفع العام، عبر الحماية العلمية، المفترض فيه أن يكون هدف البحث، أصبح ملتوياً ومحدوداً.

لكن ليس ذلك كل شيء، فتعديل الأنظمة يؤدي أيضاً إلى تعديل السلوكيات. إن الإكثار من قوانين الملكية يؤدي إلى تصرفات تهدف إلى الانحراف عنها، عبر معارك قضائية. وتلك تتعلق بالحقوق أثناء الفترة الحرجة بين تسجيل الطلب وقبول البراءة، وهي فترة تكون فيها حماية الابتكار ضعيفة. وتنتشر سلوكيات كثيرة منحرفة، مع قصص وهمية تقوم على سلاسل التجسس (B) بين فرق مصابة بجنون الارتياب أكثر مما تقوم على تعاون علمي تقليدي.

إن سياسات تسجيل البراءة في جميع الاتجاهات، والتي تقابلها بشكل واسع الرغبة في تثمير الأبحاث، تفضي غالباً أكثر فأكثر إلى نزاعات، على مستوى المصالح المالية التي تدخل في اللعبة. في ذلك الإطار، تتوجه الأبحاث غالباً نحو أعمال لها قابلية للبراءة على المدى القصير، مؤخّرة ظهور إبداع حقيقي وكانت هي نفسها هدف براءات ضد التيار. لكن كل سياسة مزعجة للمسار الحر للنشاطات الإنسانية تجد نفسها حتماً وقد احتالت عليها مساع واسعة الحيلة. وفي حال تجزئة الملكية الأحيائية، فقد ظهرت مكاتب نصائح قضائية جديدة. وهدفها بسيط: القيام بجرد للبراءات المودعة، ثم تحليل المحتوى والتوقعات المحتملة، والاحتفاظ بأكثرها مردوداً للعثور على الثغرة ومحاولة إسقاطها.

في ضوء تلك الأمثلة القليلة، يتضح جلياً أن المشاكل التي يثيرها تملك الكائن الحي ناجمة عن شكوك مرتبطة بتعريف الكائن الحي. إن فتح صندوق «باندور» لقابلية البراءة، يعني إفساح المجال أمام الاستيلاء على إرث يمكن أن يكون من المباح اعتباره متاحاً للجميع. إن إعطاء شهادة براءة نبات، أو حيوان، أو جزء من المجين، يعني الاستيلاء على خير مشترك من أجل باكورة اكتشاف ذات دافع غامض. ويعني أيضاً أن نجرّد الجماعة من إرثها الشرعي. وبعد بضع سنوات، ستكون أجزاء كثيرة من المجين البشري ملكاً قانونياً لبضع عشرات من الأقوياء الذين قد يواتيهم الحظ في المشاركة في ملحمة تحديد تسلسل الجينات. إن ذلك الإرث الثمين قد «ينهبه» أوائل أناس ربما تكون لهم ميزة واحدة هي تطبيق تقنيات على الصعيد الصناعي، وعبقرية طوّرها آخرون. إن المسلسلين يعيدون إلى الأذهان التصرفات السيئة للمغامرين الإسبانيين في ميدان جديد لم يستكشف بعد للبحث عن الإلدورادو الموعود. مع ذلك، تبقى الخلافات القضائية المرتبطة بتحديد تسلسل الجينات للمجين البشري هامشية.

وتعود السلسلة الأخيرة للمجين البشري المنشورة في بداية عام 2001 بشكل رئيسي إلى الجهد الهائل الذي قدمه اتحاد المختبرات العامة العالمية الذي قبل المشاركة بكل المعطيات التي كانت بحوزته. وللمفارقة، فإن كريج فنتر قد وجد صعوبة في إنهاء إنجازه في تحديد تسلسل الجينات الخاص للمجين البشري. لكن كل شخص سيكون بوسعه أن ينتفع منها. ويمكن الوصول إلى المعطيات في المجال العام، ووحده الاستخدام الصناعي للسلاسل المحدّدة تحميه شهادة براءة.

بالتأكيد، نحن لدينا هنا مثالاً عن تسوية وقتية ملائمة بين ضرورة القوة المالية للبحوث الخاصة بمساعدة رؤوس أموال تنشأ

عن استثمار البراءات، وبين ضرورة ملحّة في التمكن من تنظيم معطيات ما يشكّل إرثاً مشتركاً. إن الرؤية «المركزية المجينية» للكائن الحي، التي يوحي بها غالباً مؤسسو برنامج مجين للبحث العميق، ستنقلب أخيراً لسوء الحظ ضدهم. إن الرغبة في اختزال الحياة في مجين واحد والقبول بكل بساطة بالاستيلاء عليه تؤدي بتعدّ بسيط إلى استنتاج أن الحياة البشرية يمكن الاستيلاء عليها استيلاء سيد على عبد. وفي ضوء ذلك التفكير الذي ليس بسفسطة، يبدو جلياً ضرورة وزن كلماته جيداً: إن تعريف الحياة البشرية لا يمكن أن يختزل في مجرد سلسلة، وإلا فإن إعطاء براءات مجين هو بخلاف مبادئ «كَنْت» التي تضع أسس الأخلاق. إن كان المجين مرادفاً للحياة إذاً، فإن إعطاء براءات المجين البشري يعني إعطاء براءات الحياة البشرية. إن تعريف الحياة، الذي كان قد ربطه برعونة بالمجين أوائل مؤسسي تحديد تسلسل الجينات في المجين البشري، هو إذاً تعريف متهافت. ومن هنا ينشأ الالتباس الذي استحق بشكل غير مباشر ارتياب كبير بحائزي تحديد تسلسل الجينات في المجين البشري واستخدامه الصناعي.

وإن نظرنا عن بعد أكثر، يبدو آنذاك أن تعريف الحياة البشرية لا يمكن أن يختلط مع المشاكل الصناعية الناشئة عن برامج تحديد تسلسل الجينات في المجين البشري. إن مشاكل الملكية الصناعية المجينية لا تصطدم بالتالي بشكل أساسي مع التعريف الأخلاقي للحياة.

فزّاعة الكائنات الحية المعدَّلة وراثياً (OGM)

لقد تناولنا منذ قليل حالة مدرسية. لكن التطبيق يلامس ميادين أخرى تكون فيها الرهانات الاقتصادية هائلة، ففي عام 1999، في الولايات المتحدة، تجاوز مجموع مبيعات المنتجات المحوّلة

المورثات الغذائية أربعة مليارات دولار. وأحد الأمثلة المثيرة للدهشة أكثر والمدوّية تتعلق بالعالم الزراعي. في الواقع، إن التقنيات الأحيائية تنتج نباتات جديدة، منتقاة لجودتها، لكن أيضاً إن الإرث المورثي لتلك النباتات يتم التلاعب به اصطناعياً لتضّم إليه مورثات مقاومة للمبيدات الحشرية وللطفيليات الطبيعية. إن تلك النباتات الجديدة الناجمة عن تقنية الكائنات الحية المعدلة وراثياً تمتلك مورثاً خارجي المنشأ يتم إدخاله في الإرث المورثي للنوع المحدّد. وتلك الكائنات المعدلة وراثياً يمكن منح براءة بخصوصها لدى الدولة. وهذا ما حصل في الولايات المتحدة منذ عام 1985 في ما يتعلق بالنباتات وعام 1987 فيما يتعلق بالحيوانات، بينما في أوروبا كان استغرق القرار فترة أطول بكثير. فقد أجاز توجيه 12 أيار/ مايو عام 1998 اقتناء براءة تتعلق بالكائنات الحية المعدلة وراثياً في ما يخص النباتات. أي إن إدخال مورث فقط في إرث أي نبات كاف لإمكانية إعطاء براءة. وأخيراً، وقبل كل شيء، فإن النبات لم يعد يعتبر كائناً حياً وإنما يعتبر سنداً مادياً لتطعيم المورثات. وذلك التصور ستعزّزه أكثر فأكثر نتائج البرامج المختلفة لتحديد تسلسل الجينات في المجينات النباتية السائرة نحو التحقق.

لقد استقر الجدال على مستويين: المستوى الأول، وهو براغماتي إلى درجة كبيرة، ويتعلق بوضع سياسة قانونية واقتصادية متماسكة في أخذ ملكية النباتات المختلفة، الأمر الذي ليس واضحاً بالضرورة، ويتعلق المستوى الثاني بالجدل حول فائدة الكائنات الحية المعدلة وراثياً وعدم ضررها البيئوي والصحي.

إن المستوى الأول من التفكير، المرتبط بثورة الكائنات الحية المعدلة وراثياً، ليس بالضرورة هو الأكثر استحساناً لدى المزارعين، الذين يشاهدون الانقضاض الهائل لشركات إنتاج البذور العالمية. إن

منطق الاستيلاء على الكائن الحي يتدفق كالشلال، منذ الاكتشافات ضد التيار وحتى التطبيقات مع التيار والتي أبسطها الاستخدام الزراعي للبذرة. إن الحركة المهيبة والألفية للبذّارة، الموجودة على ظهر عملة فرنكاتنا المعدنية القديمة، تأخذ معنى جديداً. إن العلاقة بين الحبّ والنقد يتجاوز الرمز لينفذ إلى الواقع. لم تعد الحبّة المبذورة لها المعنى نفسه، والوضع ذاته. إنها تحمل في جوهرها نفسه، في مورثاتها، الأثر المؤكد لليد البشرية. وذلك الأثر ليس بريئاً، فهو لا يعمل إلا من أجل هدف ربحي.

ومنذ أن تم الاعتراف بحق الملكية فيما يخص الكائن الحي، وذلك الكائن لم يعد بمنأى عن أن يكون هدفاً لمنطق اقتصادي. ويبقى أن القابلية لبراءة التشكيلات وبالتالي البذور تدخل توازناً زراعياً جديداً وانعكاسات جديدة. إن البذور التي يحصدها المزارع لا تعود إليه تماماً. لأن إعادة زرع كائن حي معدل وراثياً يعني انتهاك عقد استثمار البراءة، وهذا شروع في عمل لاشرعي وتعرّض لملاحقات قانونية: فقد يصبح المزارع قرصان الهندسة الزراعية. وإن شراء حبّة محوّلة المورثات يمنح الحق فقط بالاستخدام المؤقت. في هذا النظام، على الفلاح أن يرجع كل عام بحسب العقد إلى شركة انتاج البذور. إن تلك الجزيئية القانونية الصغيرة، ذات النتائج الاقتصادية الهامة، ليست فضلاً عن ذلك، هدفاً محضاً لتفكير حول ملاحقات القرصنة التي يمكن أن تطلقها شركات إنتاج البذور ضد المزارعين المخالفين. هنالك معركة قضائية تصدّى فيها مزارع كندي لشركة تصنيع زراعي كبيرة ترسم مقدماً معالم النزاعات المستقبلية بين مستخدمي تلك البذور ومالكيها. فقد لاحقت شركة إنتاج بذار المزارع الكندي بيرسي شمايزر، لأنه استخدم الكلزا(*) المحوّلة

(*) الكلزا: نبات زراعي دهني.

المورثات المقاومة لمبيد أعشاب، في حين أنه ردّ بأنه قد استخدم نبات الكلزا الخاص به الذي لوّثته الكائنات المعدّلة وراثياً من الحقول المجاورة[2]. إن شمايزر الذي أدانته دعوى الدرجة الأولى، واصل معركته القضائية التي عرّف عنها إعلامياً.

ولم ينته النزاع، لكن الرهان ضخم سواء على الصعيد القضائي أوعلى صعيد الحساسية الاعلامية. ذلك لأن تقنية جديدة أخرى، وبالطبع نالت براءتها شركة تقنية أحيائية، أتاحت تعقيم البذور الزراعية. وقد أطلق على تلك التقنية اسم (Terminator). وهكذا يمكن أن يصبح الآن كل من القمح، والشعير، والصويا، نباتات عقيمة. أي أن حبوبها سيكون بالإمكان ما إن يزرعها المزارع، حتى تنبت وتعطي نباتات سليمة وذات مردود عال، لكن... تكون حبوباً عقيمة. لن يعد باستطاعة المزارع فعلياً أن يستخدم محصول ما زرع من أجل نثر البذور في السنة التالية. وإنما سيتوجب عليه العودة إلى شركة إنتاج البذور التي زودته بتلك البذور ذات المردود العالي... إن المزارع لم يعد في الحقيقة يملك إنتاجه، إنه فقط يشتري حق استخدام وحيد لبذرته. لقد أصبح رهينة لدى شركة إنتاج البذور التي بوسعها وبحسب التقلبات الاقتصادية الكبرى، أن تنوع سعر بذرته. وتقدّم مخاطرة ذلك النهج غالباً على أنها هامشية، تقتصر فقط على الزراعات القوتيَّة للدول النامية، لكن المخاطرة مؤكدة كثيراً فيما يخص بإفقار التنوع الأحيائي الطبيعي وذلك بإعاقة التكاثر الشقّي للنباتات وبالتالي القيام بمجازفات أحيائية هامة على الأنواع المزروعة. وهنا أيضاً ولد نهج عن تعاون بين المختبرات العامة والخاصة: شركة صغيرة مرتبطة بمختبر تابع لوزارة الزراعة الأميركية. بالنسبة إلى وزارة الزراعة الشريكة، فإن الأمر تعلق في البداية بتطوير نظام يسمح

(2) H. Kempf, *Le Monde* (17 octobre), p. 14.

بالحد من تداول المورثات. ومنذ ذلك الحين، اشترى مجدداً، وقد أغرته الفكرة، عملاق التصنيع الزراعي الشركة الصغيرة في حين أن الشركات المنتجة للبذور الأخرى تنشط من أجل تطوير تقنيات مشتقّة. وحتى هذا اليوم، فإن النهج بقي صعب التطبيق. ولم يلاءم إلا من أجل التبغ والقطن، لكن البراءة «تحمي» أو بالأحرى تتنبأ بتطبيقه على جميع النباتات الأخرى. إن النهج بارع جداً ويعمل كنظام على ثلاث مراحل، حيث تضبط كل منها المرحلة التي سبقتها. إن المورثة المستجيبة أو «المعقّمة»، المرحلة الأخيرة من الصاروخ، تحوي المعلومات المورثية بالنسبة إلى بروتين يكبح الإنبات. وتلك المورثة هي نفسها تتحكم بها مورثة تكبح تعبيرها المبكر لكن تسمح بتعبيرها المتأخر، وإلا فإن الحبة الأولية لا يمكن أن تنبت. وأخيراً يكبح الكل في تركيب عبر مورثة ثالثة. وتلك المورثة لاتكبح إلا عندما يكون لدى شركة إنتاج البذور مخزون كاف من البذور التي تريد بيعها، إنها تنقع آنذاك مخزونها في حمّام أنزيمي يكبح المورثة الثالثة ويطلق آنذاك عمل مورثة (Terminator). وهكذا تمت الحيلة: لم يعد المزارع سيّد ما يبذر. وتلك السيطرة المفقودة لها عدة جوانب. فالاختيار الحر للتنوّع لم يعد ممكناً، ينبغي الاقتصار على بيان الشركة المنتجة للبذور التي يقتصر اختيارها على حبوب (Terminator). ثم إن اختيار نباتات أكثر ملائمة للأرض أو للمناخ لم يعد أمراً قابلاً للتفكير فيه بما أن البذور معقّمة. وأخيراً، فإن المزارع من الناحية الاقتصادية فقد حريته في ألا يتوجه بانتظام إلى الشركة المنتجة للبذور. أليس هنا التقدم التقني، مرتبط باستلاب حرية من الحريات الأساسية، هي حرية التمكن من الاستخدام الحر لأنواع يقدمها لنا النظام البيئي؟ وحتى في أميركا، حيث تقنية التحويل المورثي منتشرة انتشاراً واسعاً، فإن الشك تجاه مورثة (Terminator) يتزايد.

علاوة على الملكية الصناعية لنباتات الكائنات المعدلة وراثياً، فإن المشكلة الثانية هي عدم ضررها للبيئة وللسلسلة الغذائية البشرية. إن ذلك الوجه الثاني من المشكلة قد تم التعريف به إعلامياً على نطاق واسع وسط إشكالية واسعة أعقبت المحاولات الأولى للاستثمار التجاري في فرنسا. إن ردود الفعل القوية للجمعيات المناهضة للكائنات الحية المعدلة وراثياً قد سمحت بتجميد تام لمحاولات الاستثمار، حيث جمعت بين استخدام التأثير الإعلامي القوي مثل اقتلاع حقول الكائنات المعدلة وراثياً تحت عدسات الكاميرا التلفزيونية وبين اللجوء المنتظم إلى طعون قضائية ضد القرارات الحكومية.

إن المرافعات القضائية التي حوكمت فيها الجمعيات لتخريبها للحقول، تم استخدامها فيمابعد كطبل مدوّ للإشكالية حول الخطورة البيئية وحول النتائج على الصحة البشرية لتلك النباتات ذات النوع الجديد. وهكذا دخلت الريبة إلى ذهن الجمهور العريض. وفي السياق الزمني آنذاك حينما تفجّرت جائحة حيوانية هي التهاب الدماغ الاسفنجي الشكل البقري وشكله البشري المختلف، هبّت رياح الشكّ حول الكائنات المعدلة وراثياً. وهكذا، فإن النتائج العلمية تخلط أحياناً مع إسقاطات غير عقلانية على الواقع. في عام 1996، ظهر مقالان في مجلة (*Nature*) أرعبا عالم الزراعة إذ كشفا عن إمكانيات نقل مورثات نبات الكلزا المعدّل المورثات إلى أنواع برية قريبة[3]. وفي ذلك السياق، فإن اختلال توازن صانع القرار كان كلياً.

(3) Thomas R. Mikkelsen, Bente Andersen and Rikke Bagger Jorgensen, «The Risk of Crop Transgene Spread,» *Nature*, vol. 380 (1996), and A. M. Timmons [et al.], «Risks from Transgenic Crops,» *Nature*, vol. 380 (1996).

إن العالِم لايستطيع أن يعطي إجابة على هذا النمط: «إن الكائنات المعدلة وراثياً لا تمثل أي خطر». كان يكفي مثال واحد مضاد، في تلك الحالة، ينشر في عام 1996 ليلغي كل مصداقية لتلك الجملة. لكن نقل المورثات المراقبة هل هو أمر هامشي، هل له تأثيرات حقيقية مؤذية على النظام البيئي؟ من المستحيل تأكيد أو نفي ذلك. ووسط الشكّ المحيط بالكائنات المعدلة وراثياً، أفضى عدد من القرارات المتعارضة فعلياً إلى توقف محاولة استخدامها التجاري في فرنسا. وتأتي الصعوبة من استحالة التكهن بنتائج إدخال الاستخدامات الجديدة في صناعة التصنيع الزراعي. إن مبدأ الحيطة وضع في قانون مقدس يطبّق في شكلية صارمة.

إن المواربات حول السماح بزراعة كائنات معدلة وراثياً في فرنسا تعكس صعوبات فهم المخاطر والتداخلات القرارية بين الإدارات والسلطات القضائية. في بداية عام 1997، صدرت بالتعاقب ثلاثة قرارات حكومية متعارضة بخصوص الطلبات الأولى لزراعة الذرة المحولة المورثات. ويبدو أن بنداً آخر صدّق على نقل المورثات بين الكلزا ونبات بري هو فجل الخيل[4]. وبعد الدعم الحكومي الثاني لزراعة طلائع النباتات محوّلة المورثات المتزامن مع حملة دعائية لاسابق لها للمورّدين الرئيسيين للمنتجات التقنية الأحيائية، فإن آلية التسويق أصابها الانكماش. وكما هو الحال غالباً، فإن حدة الجدال تعكس أهمية الرهانات الاقتصادية والمتورطة من ثم في حرب خنادق قضائية.

وحدثت المفاجأة مع حق الادعاء لدى «مجلس الدولة» عبر عدة جمعيات بيئوية. وما أثار الدهشة كان بشكل خاص قرار إرجاء

---

(4) A. M. Chèvre [et al.], «Gene flow from Transgenic Crops,» *Nature*, vol. 389 (1997), pp. 924.

القرار الوزاري في الفترة الأولى، عبر إخطار صدر في 25 أيلول/ سبتمبر عام 1998، باسم مبدأ الحيطة وخلافاً لحكم مفوَّض الحكومة. وكانت حالة الذرة (Bt) لشركة متعددة الجنسيات شهيرة بمثابة الموضوع المفضَّل. إن تلك الذرة المعدلة وراثياً تمتلك ثلاث مورثات منقولة غريبة: مورثة مرمّزة من أجل «مبيد حشري طبيعي» موجّه ضد مخرّب، وهو حشرة النّارية، وأتت تلك المورثة من (Bacillus thurengiensis) ومن هنا جاء اسم (Bt)، ومورثة مقاومة لمبيد أعشاب (Basta)، وأخيراً مورثة مقاومة لمضاد حيوي شائع، واستعماله واسع طبياً وهو الأمبيسيلين.

وإن تلك المورثة الأخيرة موجودة فقط لدواعي التسهيل التقني للإنتاج. وكان هنالك أربعة أخطار كبيرة بيئية أو صحية حثّت على حق الادعاء ثم على قرار مجلس الدولة: الخشية من نمو مقاومة الحشرات لمنتج المورثة المفترض به أنه يقتلها، وخطر انتشار خارج عن السيطرة لتلك المورثة في النظام البيئي، وظهور حساسية لدى المستهلك، وأخيراً وبشكل خاص انتشار مورثة مقاومة للأمبيسيلين في البيئة. وإضافة إلى خطر انتشار مورثات المقاومة تلك في الطبيعة واحتمال تشكّل خطر على الإنسان المراد منه ابتلاع تلك النباتات في النهاية، فإن خطر اختلال توازن النظام البيئي هو في الواقع كبير. لقد كان ذلك العامل على الأرجح حاسماً في خيارات «مجلس الدولة»، الذي كان من الممكن أن يدفع إلى قرار معاكس، متذرعاً بعدم الضرر الواضح للاستخدام المكثّف المعروف في الولايات المتحدة (20 مليون هكتار مزروعة عام 1998 بالصويا والقطن والذرة)، ومتذرعاً على الأخص بقرار مؤتمر المواطنين المنعقد في باريس في حزيران/ يونيو عام 1998.

لقد تشكل ذلك المؤتمر من خمسة عشر شخصاً غير متخصص وقع عليهم الاختيار، اجتمعوا وأطلعوا تماماً على مدى تطور مخاطر

التحويل المورثي النباتي. إن ذلك المؤتمر الذي هو من نوع جديد «سمح» في نهاية الأمر بزراعة الكائنات المعدلة وراثياً وبالمقابل توسيم وتعقّب المنتجات.

ومن وقت لآخر، ما زال نشر دراسات عديدة في مجلات علمية يصيب الجمهور العريض بالذعر. فالدراسة الأولى كشفت عن التأثير السلبي للمورثة المنقولة للذرة (Bt) على النظام البيئي[5]. في حين أن متعهدي الذرة (Bt) لم يتخيلوا إلا تأثيراً محصوراً بحشرة النارية وبشكل عرضي بالسمسم (أيضاً ضار)، وقد بينت دراسات عديدة التأثيرات التي لا يمكن تجاهلها على بقية النظام البيئي. وهكذا، فإن دراسة أجريت على فراشة متنقلة أميركية مهدّدة بالانقراض، هي الفراشة الضخمة (Danaus plexipplus)، قد بيّنت أنه إن لم يكن هناك خطر عليها، فعلى الأقل هناك مجازفة. وأقل من نصف يرقات الفراشة المعرضة لأوراق النباتات المطلية بغبار طلع الذرة المحولة المورثات (Bt) ماتت في حين أن ما بقي حياً منها قد فقد قابليته.

لا تبدو إذاً الذرة المحوّلة المورثات أنها دواء لكل داء، مع ذلك فكرة مؤثرة إلى حد بعيد على الجمهور مع حملات الدعاية المكثّفة والتي يمولها عمالقة التصنيع الزراعي. لذلك، ينبغي الشروع حتماً في دراسة دقيقة جداً عن تأثير تلك الزراعات على النظام البيئي، وخاصة الحشريّاتي، قبل الاستخدام المكثف. وإلا فإن أنواعاً كثيرة يمكن أن تكون مهدّدة، فتفقر أيضاً التنوع الأحيائي وقد تشجع على ظهور طفيليات أكثر سمّية أيضاً. إن الحكم النهائي لمجلس

---

(5) John E. Losey, Linda S. Rayor and Maureen E. Carter, «Transgenic Pollen Harms monarch Larvae,» *Nature*, vol. 399 (1999).

الدولة الذي كان من المقرر صدوره في كانون الأول/ديسمبر عام 1998، لم ير النور وذلك لمجموعة أسباب قضائية تتمثل في تداخل الكفاءات بين مجلس الدولة، وهو السلطة القضائية الوطنية، ومحكمة عدل المجموعات الأوروبية في لوكسمبورغ، وهي سلطة القضاء الأوروبي.

بيد أنه مع غياب الحكم النهائي، فإن القرار الفرنسي في السماح بالاستثمار الزراعي للكائنات المعدلة وراثياً تم تجميده بقرار رسمي حكومي لمدة عامين تم صدوره في تشرين الثاني/نوفمبر عام 1998. وأخيراً، أجاز مجلس الدولة في تشرين الثاني/ نوفمبر عام 2000 زراعة ثلاث أنواع من الذرة هي موضوع نزاع قضائي شرس، لكن شركة إنتاج البذور قررت آنذاك أن شروط الثقة بالسوق لم تعد متوفرة في النهاية.

وهكذا فإن مبدأ الحيطة تم الاحتفاظ به بشكل مستمر، الأمر الذي يشير إلى أن الجدال العلمي لم يوفر استنتاج أمور يقينية. فضلاً عن ذلك، وفي مثل تلك الحالة، كيف نمتلك اليقين؟ إنها التجربة المادية التي ستسمح استدلالياً بالقول ما إذا كانت التقنية تحوي فعلاً مجازفات. والأمر يشبه بعض الشيء الرقابة الدوائية بعد تسويق دواء على نطاق واسع: إنها المراقبة البيئية والصحية التي ستسمح باستنتاج عدم ضرر التقنية- هذا إن تم ضمان تعقب الكائنات الحية المعدلة وراثياً. إن الانتشار الواسع للنباتات المحولة المورثات واستثمارها على نطاق كبير في بعض القارات قد حمل على التفكير مع ذلك بأن أخطار الكائنات المعدلة وراثياً قد تم تناولها إعلامياً على الأرجح بشكل مفرط وأسرف في تقديرها بالنظر إلى الخطر الذي تمثله فعلاً على المستهلك وعلى النظام البيئي في آن واحد.

الفصل العاشر

التقنيات الأحيائية والأخلاق: حدٌّ يزداد غموضاً

إن التقنيات الأحيائية، بقدرتها غير المحدودة، تدفع بشكل متكرر وأكثر تواتراً إلى نقاشات أخلاقية يبتّ فيها على نحو سري رجال قانون أنيطت بهم بشكل غير مريح مهمة الأخلاقيين. في الواقع وعلى نحو يزداد باستمرار نجد أن السلطات القضائية هي التي عليها أن تحكم في مسائل تقنية يرفض أن يتخذ بشأنها علماء الأحياء قرارات (مجلس الدولة بالنسبة لاستخدام الكائنات الحية المعدلة وراثياً في الزراعة، ومحكمة النقض بالنسبة إلى بعض المسائل المتعلقة بالجنين مثلاً).

إن تعريف الحياة غامض، كل شيء إذاً ممكن، وحتى التقنيات الأشد رعونة. تلك التي تصيب تكوُّن الكائن الحي هي الأشد شذوذاً. لأن الأمر من جهة، يتعلق بالاستيهام الأبدي الصانع للتحكم بتكوّن الإنسان مثل الله، ومن جهة أخرى لأن التطورات الحديثة للعلم سمحت بفهم أفضل لتلك المراحل التي بقيت حتى الوقت الحاضر مجهولة تماماً. لقد احتلت تلك التقنيات العناوين الرئيسة في المجلات العلمية قبل أن تدويّ عالياً في وسائل الإعلام الجماهيرية.

وهنالك مثالان هما الأكثر تشويقاً على الخصوص: مسألة استنساخ الثدييات، والتقدم الحديث الذي سمح باستخدام الجنين البشري من أجل إنتاج الخلايا الجذعية وذلك لهدف علاجي.

الاستنساخ المولّدي البشري: مأثرة من دوللي إلى إيف

إن الحدث الأهم الذي وسم حديثاً التكنولوجيا الأحيائية، هو استنساخ حيوان ثديي انتشر خبره في وسائل الإعلام انتشاراً عظيماً. لقد تجسَّد ذلك الاستنساخ في نوع عبر النعجة البريئة دوللي، نجمة دون قصد منها لتقدم يدوّي أيضاً كعودة إلى الوراء نحو الافتسال(*) السلفي. إن الاستنساخ هو نتاج تقنية يصعب ضبطها ويشق التفكير فيها أخلاقياً بشكل خاص. وهي التي طبّقت بشكل غير مريح في مملكة الحيوان التي بدت أنها قد اختارت حصرياً ونهائياً التكاثر الشقّي، إلى أين نقود دوللي على الرغم منّا؟ إنه السؤال الأول الذي يبرز حينما ينصب التفكير على تلك المسألة. لنذكّر بالوقائع: في 15 تموز/ يوليو عام 1996 ولدت النعجة دوللي، المطابقة لنعجة الأرومة (finn dorset) في معهد روسلين بالقرب من إدنبره، وفي 25 تشرين ثاني/ نوفمبر التالي وصل إلى تحرير مجلة (*Nature*) المرموقة مخطوط غريب عن إخطار علمي بتلك الولادة العجيبة. ولم يكن الفريق وراء ذلك العمل فريقاً مجهولاً. كان قد تحدث قبل عدة أشهر من ذلك عن أعمال بالغة الجدية انصبت على تطوير تقنية تسمح بنقل نوى خلايا إلى بويضات أنثوية غير ناضجة عديمة النواة. لكن في ذلك المخطوط هنالك خطوة تم اجتيازها: مع تناول تلك التقنية مجدداً، فإنها عدّلت من أجل تعداء نوى الخلايا المميّزة الناضجة. بمعنى آخر، أصبح من الممكن، انطلاقاً من أي خلية لأي فرد،

(*) الافتسال: تكثير النباتات بغرس أغصان منها.

إنتاج فرد ناضج آخر شبه مطابق وراثياً: أنا آخر مورّثي، تقريباً أنا آخر بلا زيادة، وهناك اختلاف العمر.

لقد ولد استنساخ الثدييات. وأصبح الاستنساخ البشري ممكناً. إن القضية خطيرة، وشائكة إلى درجة أنها انفجرت في وضح النهار في وسائل الإعلام. وأفشت مجلة (*L'Observer*) السرّ، قبل أن يضطر المخترعون أنفسهم إلى تأكيد الخبر، قبل أسبوع من ظهور المقال العلمي في مجلة **طبيعة** في العدد 27 شباط/ فبراير عام 1997. كان الأمر يتعلق هنا بحدث استثنائي بالنسبة إلى مجلة لا يضاهيها في تحفظها سوى مكانتها المرموقة. لا يهم، تصدّرت صورة حمل غلاف المجلة مع عنوان مستفز: **قطيع من المستنسخين** (*A Flock of Clones*)، بينما نجح المخترعون بشق الأنفس في الحصول على نعجة[1]. ولم يكن الحبر قد جفّ بعد حينما تفجّر الجدال. لقد أطلقت توقعات التطبيق على الإنسان عنان المخيلات والأحلام ذات الطابع الخَلقي. إن الزمن الذي كان ينساب حتى الحاضر بهدوء على الإنسان من المحتمل أنه أصبح بالإمكان التحكم به. لقد انفرج الوصول إلى الخلود، بما أن الجسد ربما أصبح بالإمكان نسخه. إن ذاك الجسد يمكن بناؤه مجدداً «بعد الاستعمال». إنه لم يعد سوى مركبة مبتذلة من الممكن «تغييرها» من جيل إلى آخر. واهتاجت وسائل الإعلام، ثم استفهم الحكّام من المسؤولين الرئيسيين في لجان الأخلاق الأحيائية عن المشاعر المتولّدة عن آرائهم العامة المتبادلة. وكانت الإجابات متعددة: الإقصاء الكلي، قرار رسمي بالتعليق، تحريم التطبيقات على الإنسان، طابع قومي أو عالمي للحظر، كل شيء وعكسه تم الاعلان عنه.

(1) I. Wilmut, «Viable Offspring Derived from Fetal and Adult Mammalian Cells,» *Nature*, vol. 385 (1997), pp. 810-813.

لكن علاوة على الصعوبات التقنية، فإن المشكلة الأساسية للاستنساخ هي توقع تطبيقه على الإنسان. وبلا تردد، من الضروري أن نميز بين تطبيقين هامّين لهذا النموذج من التقنية في الطب البشري.

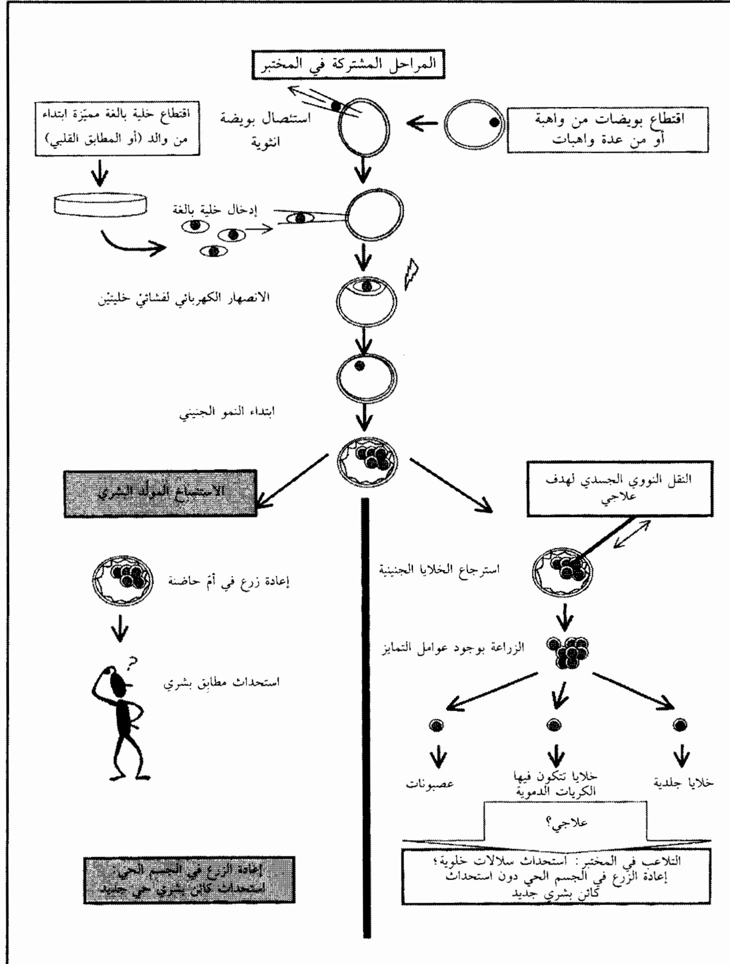
إن التطبيق الأول، الأكثر رمزية، ذاك الذي يطرح أكبر المشاكل الأخلاقية هو النقل بلا شرط لـ «تقنية دوللي» إلى الإنسان: تقنية الاستساخ المولّدة. والمقصود هنا استنساخ كائن حي بأكمله، انطلاقاً من خلية ناضجة مميَّزة حيث يتم إدخال نواتها بشكل اصطناعي في بويضة أنثوية غير ناضجة عديمة النواة. ثم وبعد تحريض التخلّق، فإن الكائن الجديد الذي ينمو يتم نقله إلى أم حاضنة. ويفضي الحمل في النهاية إلى ولادة فرد شبه مماثل مورثياً لذاك الفرد الذي أعطى نواة الخلية الناضجة المميّزة التي اقتطعت. وتلك التقنية هي أخيراً الوحيدة التي بالنسبة إليها فإن مصطلح الاستنساخ تم تكييفه سواء بالمعنى الاشتقاقي أو بالمعنى العام في علم الأحياء: إنتاج أفراد متشابهين مورثياً (أو شبه متشابهين). وذلك النمط من التكاثر يطالب به البعض كعلاج جديد لأنواع عقم مستعصية من قبل.

والتطبيق الثاني الهام، بمنظور التطبيق على الإنسان، هو تقنية الاستنساخ العلاجي، لكنها التي يمكن على وجه الدقة أكثر أن يغير اسمها إلى نقل النوى الجسدية في بويضة أنثوية غير ناضجة عديمة النواة، أو نقل نووي جسدي لغرض علاجي. في الواقع، في تلك التقنية، وكما لاحظ بالضبط هنري أتلان، من غير وارد الحث على الحمل، وإنما المعالجة البارعة خارج الجسم الحي للخلايا من أجل حث نمو الخلايا الثمينة. إن التقنيتين (الاستنساخ المولّد والنقل النووي الجسدي لغرض علاجي) هما قريبان من بعضهما تقنياً، بما

أن المراحل الأولى هي نفسها، لكن مع ذلك تباعد بينهما المسائل الأخلاقية التي تطرحاها. (الشكل 11). إن الجزء المشترك يحوي استرجاع، عبر عملية عادية، الخلايا الناضجة المميَّزة التي يتم نقلها في بويضة أنثوية غير ناضجة تم نزع نواتها سلفاً. وما إن يتم اجتياز تلك المرحلة، حتى تتباعد تماماً هاتان التقنيتان: بالنسبة إلى الاستنساخ المولّد، فإن الجنين ينقل لأم حاضنة بغرض إنتاج كائن بشري بعد المعالجة البارعة. وبالنسبة إلى النقل النووي لغرض علاجي، فإن المعالجة البارعة بمجملها تتحقق في المختبر، ويوقف الجنين في مرحلة الخلية الأرومية للنمو، والخلايا الجذعية تتم استعادتها لتكون مميّزة، ومزروعة، وتدخل مجدداً في المريض الذي يقدم الخلية الأولية. في الحالة الأولى، يحدث كسر حقيقي عبر انتاج كائن بشري انطلاقاً من خلية مميّزة ناضجة، وفي الحالة الثانية هناك معالجات مصطنعة للسلالات الخلوية بهدف معالجة أمراض خطيرة ومستعصية.

لأجل ذلك، ينبغي أن يتم بوضوح فصل دراسة الاستنساخ المولّد عن النقل النووي لغرض علاجي. في البداية، سوف نتطرق إلى المسائل العلمية والأخلاقية الحالية للاستنساخ المولّد البشري، قبل رؤية المسائل التي يطرحها النقل النووي لغرض علاجي.

لنعد إلى الوقائع. لقد عرض المقال الظروف ببراءة مزيفة، وكان المخترعون هم أول من عرفوا بالأمر. من هم حقاً أولئك المخترعون؟ قبل قضية دوللي، كان فريق يان ويلمت وكيث كامبل معروفاً لدى علماء علم أحياء الاستنساخ وحدهم.



الشكل 11: التماثل والاختلاف بين الاستنساخ المولّد والنقل النووي الجسدي لغرض علاجي.

وعمل ذلك الفريق في اسكتلندا في معهد روزلين (Roslin Institute)، الواقع في الحديقة العادية التقنية لمدينة روزلين حيث تتواجد معاً مخابر ذات تمويل عام وشركات التقنيات الأحيائية الخاصة المسؤولة عن المرحلة الصناعية للمشاريع. وفي الحالة الحالية، شهد سهم الشركة التقنية الأحيائية المعنية سعره البورصي مضروباً بأربع عشر في أسبوع الإعلان الصاخب.

ومنذ ذلك الحين، تغيرت الأمور حيث أن تلك الشركة تحاول منذ أيلول/ سيتمبر عام 2002 التخلص من «نشاطها الاستنساخي» الذي لم يعد مربحاً وغادر إيان ويلموت اسكتلندا إلى الولايات المتحدة. وفي عام 1997، كان الفريق يعمل في ذلك الموضوع لعدة سنوات سابقة محققاً نتائج بارزة. لقد قسّمت المسبِّبات إلى ثلاث سلالات خلوية (منحدرة من خلايا ضرعية لنعجة حبلى بعمر ست سنوات، ومن نموذجين لسلالات جنينية مقتطعة من الأجنة). لقد أعادوا ما كانوا قد صنعوه سابقاً مع خلايا جنينية (إدخال نواة في بويضة أنثوية غير ناضجة، قبل زرعها مجدداً في نعجة حاضنة) وطبقوا ذلك على السلالة الجسدية لخلية ضرعية. وكانت النتيجة هي دوللي، نعجة إرثها المورثي هو إرث متطابقتها القبلية نفسه (ما عدا المجين المتقدّري) والتي تكبرها بست سنوات والتي ماتت.

على صعيد المعرفة الأساسية للتفاعلات مجين ـ سيتوبلازما، فإن الدراسات هي وصفية محضة، لكنها تبين بوضوح أن نواة خلية مميّزة يمكن إعادة برمجتها في ظروف تنتظر تحديداً دقيقاً. لكن تلك الدراسات فيها ما يبعث على الدهشة. إن الآليات التي توجه التميز الخلوي لاتزال مجهولة، لكن بدا، إلى وقت حدوث دوللي، أن من الثابت أن كل تلك الآلية في التنظيم حدثت في المحيط النووي. ومن المعروف أن خلية وتحت بعض الظروف يمكن أن تكتسب مجدداً صفات غير مميّزة كما هو حال السيرورات المؤذية. لكن جميع

الآليات المعروفة والموصوفة كانت تحدث بشكل حصري تقريباً في داخل النواة.

لقد بينت دوللي بشكل واضح أنه يوجد في سيتوبلازما البويضة الأنثوية غير الناضجة كل العناصر اللازمة «للرجوع إلى صفر المجين»، لكي يستطيع تعبيره السماح بإنتاج كائن حي كامل. وفي هذه الرؤية، فإن مركز ثقل التحكم بالخلية ينتقل من النواة إلى السيتوبلازما. بالتأكيد، في الخمسينات من القرن الماضي، فإن دراسات رائدة قام بها روبرت بريغز (Robert Briggs) وتوماس كينغ (Thomas King) على الضفدعيات سبق أن أشارت إلى أن نوى الخلايا الجنينية يمكن أن تولّد أفراداً بعد إدخال في بويضة أنثوية غير ناضجة عديمة النواة[2]. وقد بدا أن تلك القدرة تتناقص مع ذلك حينما يتم اقتطاع الخلايا في وقت متأخر من النمو. إضافة إلى ذلك، فقد ظهر أن البرمائيات بعيدة جداً عن الثدييات لتكون ملائمة في نهاية النقل لدى الثدييات. لكن، ومنذ ثمانينيات القرن الماضي، عالج علماء تلك المشكلة وحصلوا على نتائج متناقضة. لقد أشار العمل الأول إلى إمكانية النقل النووي لخلايا جنينية لدى الفأر، لكن سرعان ما خيَّمت شكوك التحايل فوق تلك النتائج[3]. وسرعان ما عزّزت تلك الشكوك نتائج متناقضة أنهت مؤقتاً الجدال آنذاك[4].

---

(2) Robert Briggs and Thomas J. King, «Transplantation of Living Nuclei of Late Gastrulae into Enucleated Eggs,» *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 38 (1952), pp. 455-463.

(3) Karl Illmensee and Peter C. Hoppe, «Nuclear Transplantation in Mus Mus-culus: Developmental Potential of Nuclei from Preimplantation Embryos,» *Cell*, vol. 23 (1984), pp. 9-18.

(4) J. McGrath and D. Solter, «Inability of Mouse Blastomere Nuclei Transferred to Enucleated Zygotes to Support Development in Vitro,» *Science*, vol. 226 (1984), pp. 1317-1319.

وهكذا، وفي إشعار مأذون به أصدرته في 15 كانون أول/ديسمبر عام 1986 في فرنسا اللجنة الاستشارية القومية لأخلاقيات علوم الحياة والصحة، تم الاقرار في إطار كنس مستقبلي للمشاكل المرتبطة بالأبحاث حول الجنين البشري بأن تلك التقنية «لم تكن حتى الوقت الراهن إلا فكرة لا أساس علمي لها». وهكذا، فإن دوللي في ذلك السياق قد أعادت زمن المجد إلى السيتوبلازما. والمورثة لا توجه على الإطلاق الخلية. إن المورثة ما هي إلا برنامج، لكن من أجل التمكن من إعادة بناء فرد جديد، لا بد له من معلومات ذات أصل سيتوبلازمي (على الأرجح عوامل الانتساخ). وخلف ذلك المظهر الأساسي، ما هي الآفاق التي تفتحها تلك التقنية الأحيائية الأولى؟ إن أوائل التوضيحات التي أعطاها المخترعون تهدف إلى استنساخ الثدييات المحوَّلة المورثات، والذي تطويره صعب جداً (مردود ضعيف جداً حوالي خمسة بالمائة) ونقله التقليدي شبه مستحيل مع غياب المورثة المنقولة في السلالة الرشيمية التي ستعطي المجين إلى الجيل التالي.

إن تلك الكائنات الحية الخاصة، مصمّمة ومستخدمة كمصانع حية، لا يمكن أن تنتج إلا بطريقة مصطنعة. قد يكون الاستنساخ طريقة استبدالية جيدة في الهندسة الزراعية، إن تحسن مردوده (مائتين وسبع وسبعين خلية ـ بيضية بالنسبة إلى دوللي). ويبشر المستقبل بأن الحيوانات الناشئة عن الاستنساخ ستنتج في حليبها بروتينات ثمينة مرتبة: أنسولين وهورمونات أخرى ضرورية لتغطية كل القصور الطبي البشري: عوامل نمو، عوامل تخثر الدم من أجل حالات النعور خاصة... باختصار، إن الاستنساخ هو الترياق المقبل. إن حليب المستقبل يمكن أن يكون غنياً بالبروتينات، وحينذاك يمكن الحصول عليه بسهولة، وربما يكون مربحاً إلى حد كبير. وبالفعل فإن فريق ويلموت أراد أن يطبق أبحاثه على هذا الميدان. وقد أعلن أفراده في

تموز/يوليو عام 1997، عن ولادة بوللي، وهي أول مستنسخ لنعجة حاضنة لمورثة بشرية. والعدد الأخير من مجلة **علم** (*Science*) لعام 1997، إضافة إلى غلافه حول استنساخ دوللي الذي كرّسه على أنه «اكتشاف العام»، نشر عملاً للفريق الاسكتلندي الشهير الذي أعلن عن ولادة مستنسخين لخراف بوللي الحاضنين للمورثة المنقولة للعامل IX المضاد للنعورية[5]. وكانت تلك الخراف المُستنسخة ناشئة عن خلايا ليفية جنينية حاملة للمورثة المنقولة للعامل IX البشري. وانتهى المقال بوصف التوقعات المستقبلية للقطعان المستنسخة المنتجة للبروتين فائق النقاء في الحليب وذلك لغرض علاجي... إن الإستنساخ المنتج الحيواني يمكن فعلاً أن يكون له فائدة في مجال الإنتاج الصناعي لبروتينات المصلحة الطبية، كما أكد على ذلك إيان ويلموت. وفي هذه الحالة، فإن الحيوان يمكن أن يكون مولّداً (بشكل نظري) على نحو أكثر مطابقة مما يقدمه التوالد الشقّي.

منذ أوائل تلك الكائنات الحية، والاستنساخ المولّد يلامس أنواعاً حيوانية أخرى. وهكذا، فإن الفأر وهو النوع المفضل لدى المجرّبين، يأتي في مقدمة مجالات العلم العديدة، وقد استدرك بسرعة التأخر الذي أصابه بالنسبة إلى الخروف. وأول مطابق من الفأريات، والذي نشر الإعلان عن ولادته في تموز/يوليو 1998 في مجلة **طبيعة**، أطلق عليه اسماً لطيفاً هو كومولينا[6]. وبكل دقة، فإن تلك الفئران، مختلفة بعض الشيء في نطاق أنها منحدرة من خلايا

---

(5) Angelika E. Schnieke [et al.], «Human Factor IX Transgenic Sheep Produced by Transfer of Nuclei from Transfected Fetal Fibroblasts,» *Science*, vol. 278 (1997), pp. 2130-2133.

(6) T. Wakayama, «Full-Term Development of Mice from Enucleated Oocytes Injected with Cumulus Cell Nuclei,» *Science*, vol. 278 (1997), pp. 369-374.

ركام البويضات الأنثوية غير الناضجة. وقد انكبّ فريق ياباني على عجول محققاً النجاح وتم نشر نتائج دراساتهم في كانون أول/ ديسمبر عام 1998[7].

ويبدو أن التقنية قد تحسنت إذ من عشرة أجنة مزروعة، بقي ثمانية على قيد الحياة، ووصل أربعة إلى النهاية، الأمر الذي يمثل قفزة إلى الأمام بالنسبة إلى 227 خلية من أجل دوللي. على أي حال، فإن الأبحاث اللاحقة، التي نشرها عام 1999 فريق جان - بول رينار الفرنسي، انطوت على تشوهات أفضت إلى موت عجل مستنسخ حديث الولادة[8]. إن استنساخ الخنزير جاء في مابعد عام 2000، بشكل متزامن على يد فريقين مستقلين[9].

وأخيراً فإن استنساخ الحيوانات المدللة، سوق مشجّعة في البلدان الغنية، تم الاعلان عنه بمؤازرة دعائية كبيرة من شركات عديدة. ففي عام 1998، أعلن زوجان مجهولا الاسم أميركيان من أصحاب الملايين أنهما سيقدمان مليوني دولار لمن يستطيع أن ينسخ لهما كلبتهما ميسّي. وكانت تلك هي نقطة انطلاق مشروع ميسيبليسيتي (Missyplicity).

وإلى هذا اليوم، يصطدم استنساخ الكلب بمشاكل تقنية كثيرة ولم تولد بعد الكلبة المطابقة للكلبة ميسّي. بالمقابل، فإن استنساخ

(7) Yoko Kato [et al.], «Eight Calves Cloned from Somatic Cells of a Single Adult,» *Science*, vol. 282 (1998), pp. 2095-2098.

(8) Jean-Paul Renard [et al.], «Lymphoid Hypoplasia and Somatic Cloning,» *The Lancet*, vol. 353 (1999), pp. 1489-1491.

(9) Akira Onishi [et al.], «Pig Cloning by Microinjection of Fetal Fibroblast Nuclei,» *Science*, vol. 289 (2000), pp. 1188-1190, and I. A. Polejaeva, «Cloned Pigs Produced by Nuclear Transfer from Adult Somatic Cells,» *Nature*, vol. 407 (2000), pp. 86-90.

قط تم تحقيقه، ونشرته في بداية عام 2002 شركة تقنية أحيائية[10]. وقد سمي بالمناسبة بـ (CC) اختصاراً لـ (copie conforme) نسخة طبق الأصل (عن النسخة الأصلية كما ينبغي الافتراض). وذلك القط هو أيضاً أول حيوان مدلل مستنسخ تم بيعه بأكثر من خمسين ألف دولار للمالك الذي لم يكن قد تغلّب على حزنه بوفاة القط القبل ـ استنساخي.

لكن القصة لم تنته عند ذلك الحد، فقد استنسخ جان ـ بول رينار أرانب عام 2002[11]، وكذلك جرذاناً عام 2003[12]. ذلك العام كان زاهياً نسبياً بما أن سفينة نوح الأنواع «القابلة لللاستنساخ» قد انفتحت على الأحصنة مع نجاح فريق إيطالي سمّى الحصان المستنسخ الذي حصل عليه باسم (Prometea)[13]... كما بوشر بشكل متزامن بأبحاث حول الرئيسات غير البشرية وذلك بصعوبة كبيرة، حيث ما من نشر علمي قد تطرق بالتفصيل إلى استحداثها حتى هذا اليوم.

إن تلك الصعوبات تنبئ بالتالي عن مشاكل خطيرة بالنسبة إلى المتطوعين الذين رغبوا بتطبيق تلك التقنية على الإنسان دون أي شكل آخر من التقييم. ومع ذلك يمكن لتلك المشاكل أن تتحسن حيث أن فريقاً أميركياً من جامعة بيتسبرغ أعلن حديثاً أنه كان من

---

(10) T. Shin, «Cell Biology: A Cat Cloned by Nuclear Transplantation,» *Nature*, vol. 415 (2002), p. 859.

(11) Patrick Chesne, «Cloned Rabbits Produced by Nuclear Transfer from Adult Somatic Cells,» *Nature Biotechnology*, vol. 20 (2002), pp. 366-369.

(12) Q. Zhou [et al.], «Generation of Fertile Cloned Rats by Regulating Oocyte Activation,» *Nature*, [vol. 302 (25 Sep 2003)].

(13) C. Galli [et al.], «Pregnancy: A Cloned Horse Born to its Dam Twin,» *Nature*, vol. 424 (2003).

الممكن التسبب في الحمل لدى إناث قردة زرعت فيها أجنة مستنسخة. ويبقى انتظار ولادة تلك القرود المستنسخة ومراقبة ظروف حياتهم في المستقبل لتكوين فكرة أكثر دقة حول ما ينتظر أبناء أعمامهم من البشر المستنسخين.

أعلن إيان ويلموت (Ian Wilmut) وكيث كامبل (Keith Campbell) في كتابهما المنشور عام 2000، والذي حمل عنوان **الخلق الثاني** (*The Second Creation*)، أنهما لا يريدان تطبيق تقنيتهما في الاستنساخ المولّد على الإنسان[14]. لكن الرغبة في استنساخ الإنسان سرعان ما برزت في أذهان عديدة بعد الاعلان عن ولادة دوللي التي تم تناولها إعلامياً بشكل واسع. وعلى الفور بعد نشر النتائج الأولية، تخيل الجميع ما لا يعقل تصوره. من الناحية التقنية لم يعد هناك ما يعارض ذلك شكلياً، اللهم إلا تقنيات كبيرة مجهولة وانزعاج أخلاقي عميق. وهكذا، بدا أن بعض القرود تهيئ الرأي العام لاحتمال وقوع ذلك مثل افتتاحية المجلة الطبية **المبضع** (*The Lancet*) التي طرحت المبادئ الأساسية في الاستنساخ البشري على أنها أمر واقع واستعدت لرؤية ولادة طلائع أطفال الاستنساخ[15]. وهكذا لم يعد يلزم الانتظار لمدة عام لاستئناف الجدال مع الاعلان عبر وسائل الإعلام في كانون أول/ ديسمبر عام 1998 عن تحقيق استنساخ الجنين البشري «بصفة تجريبية»، وذلك على يد فريق من كوريا الجنوبية. ولقد ألهمتهم الحكمة مع ذلك أن يوقفوا تطوره عبر التجميد وذلك في مرحلة الخلية الرابعة. . . وقد أعلنت عديد من شركات التقنيات الأحيائية آنذاك أنها أنجزت كهدف برنامج استنساخ بشري مولّد. ويبدو أن جميع تلك

---

(14) Ian Wilmut and Keith Campbell, *Second Creation: Dolly and the Age of Biological Control* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2000).

(15) Anonyme, «First Principles in Cloning,» *The Lancet*, vol. 347 (1999).

الشركات ليس لديها مشروع علمي محدّد. وأطلقت بعض الشعارات الجوفاء في عملية تعمية حلّت محل عمليات ذات ميزانيات مثيرة للدهشة. في عام 1999، أكدت شركة التكنولوجيا الأحيائية المتقدمة (ACT - Advanced Cell Technology) أنها أنتجت كومة من الخلايا الجنينية بفضل إدخال خلية بشرية ناضجة مميّزة في بويضة أنثوية غير ناضجة عديمة النواة لبقرة. وقد قدمت أيضاً خدماتها شركة كلونيد، وهي ستار لطائفة. إن الأمر يتعلق في الواقع بواجهة لطائفة خفية، تدعى رائيل. لقد أسس تلك الطائفة عام 1973 رجل فرنسي حمله لقاءه الغريب مع الصحون الطائرة بالقرب من كليرمون فيرّان (Clermont-Ferrand) على الوقوع في هذيان غامض. إن سكان كوكب غير الأرض (أو «الإلوهيم»)، أي خالقي الجنس البشري حسب رأيه، كانوا من الممكن أن يغيروا اسم محدّثهم منكود الحظ رائيل. وقد تردد ذلك الاسم الغريب بشكل أكثر قبولاً للتصديق على نحو واضح في الاستشباح الغامض للطوائف من كلود فوريلهون المفرط في واقعيته، وفي تناغماته «الأرضية». لقد تلقى رائيل الذي نوّره سكان الكواكب غير الأرضية عدداً من «المهمات» مثل مهمة بناء سفارة من أجل استقبال الإلوهيم، أو أيضاً مهمة تطوير استنساخ بشري مولّد كوسيلة للوصول إلى الخلود، مع نقل الذاكرة بين الأجيال! والجانب الأشد مفاجأة في الموضوع هو مطالبة أكثر من خمسين ألف نصير في تلك الطائفة. ونجد من بين الموالين عشرات من الشابات المستعدات لإعارة أجسادهن من أجل تجربة مسعورة (من أجل وهب بويضة أواستقبال حمل حاضن للخلايا المتوالدة). ويبدو أن طائفة رائيل منظّمة إلى حد كبير، حيث أنها تقدم في المشروع مختلف شركات الخدمة المكملة: إضافة إلى شركة كلونيد من أجل الاستنساخ، توجد شركة إنسوراكلون (Insuraclone) المختصة باقتطاع وحفظ الخلايا بانتظار الاستنساخ.

لكن السباق اشتد وظهر نجوم إعلام وعلم آخرين كمرشّحين. فقد أعلن ريتشارد سيد (Richard Seed)، وهو باحث سابق في علم الفيزياء متقاعد من جامعة هارفرد، بعد ولادة دوللي عن انطلاق أبحاث تهدف إلى استنساخه شخصياً ثم استدرك في مابعد قوله ليعلن أنه سيستنسخ امرأته. ويبدو أن الاستنساخ يجذب بشكل خاص الهذيانات الغامضة حيث أن دوافعهم، بحسب تصريحاتهم، ربما تكون الرغبة في المساواة مع الإله. وظهر بشكل أكثر جدية وعزماً مرشَّحون آخرون: المسؤول عن المعهد الأميركي لطب الذكورة بانايوتيس زافوس (Panayiotis Zavos) وطبيب النسائي الإيطالي الشهير سيفيرينو أنتينوري (Severino Antinori). وقد أعلن ذلك الأخير في آب/أغسطس عام 2001 عن برنامجه في تطوير الاستنساخ البشري المولّد. ومقابل تلك التصريحات كان رد فعل فرنسا وألمانيا قوياً وطالبتا معاً منظمة الأمم المتحدة (ONU) بأن تقصي نهائياً الاستنساخ البشري المولّد. وعلى الرغم من الإرادة الطيبة لمنظمة الأمم المتحدة في التقدم في ميدان معرّض بعض الشيء لإطلاق معركة ديبلوماسية، إلا أن تباطؤ رد الفعل لم يفض في مارس/ آذار عام 2002 إلا إلى الاعلان عن التحضير لاتفاقية دولية تحظر بشكل نهائي الاستنساخ البشري المولّد. وفي 25 تشرين ثاني/ نوفمبر عام 2001، عاودت شركة أميركية للتقنية الأحيائية وأخبرت وسائل الإعلام، خلال نشر علمي، بأنها توصلت إلى إنتاج ثلاثة أجنة بشرية بعد نقل نووي، كما أنها توصلت إلى إنمائهم حتى مرحلة الخلية السادسة(16). وتسارعت الأحداث في

(16) J. B. Cibelli [et al.], «Somatic Cell Nuclear Transfer in Humans: Pronuclear and Early Embryonic Development,» *The Journal of Regenerative Medicine*, vol. 2 (2001), pp. 25-31.

مابعد على نحو غريب: خلال مؤتمر في أيار/مايو عام 2002 كشف سيفيرينو أنتينوري عن سر شائع معلناً عن حدوث محاولات عديدة للاستنساخ البشري المولّد والتي سمحت بتطوير عدة حالات حمل سينتهي أمدها في بداية 2003. واحتاط أيضاً بألا يكشف النقاب عن هوية تلك المواليد الجدد، لكي يترك لهم رسمياً، بضع سنوات من النمو بمنأى عن ضغط وسائل الإعلام. وبالتأكيد فإن ذلك الزمن ضروري للوثوق بأن هؤلاء الأطفال ـ المرتقبين كثيراً ـ لا يمثلون مرضيّات مبطلة أو تستحق اللوم. إنه بالضبط الوقت لمحي آثار العنف الواقع على هؤلاء البشر ـ الأشياء للظهور بمظهر لائق وأن يكونوا جديرين بالظهور أمام وسائل الإعلام، أي أن يكونوا جميلين وفي صحة جيدة. وخلال مقابلات عدة أجراها مع وسائل الإعلام، أكد كلامه موضحاً أن النساء، الحاضنات لحالات الحمل تلك، هن مواطنات بلدان ليس الاستنساخ فيها هدفاً لأي حظر. وآنذاك على الفور، زايد الرائيليون، بعد أن تم سرقة باكورة رغباتهم الهاذية. لقد أعلنوا أنهم سيظهرون صور أوائل الأجنة البشرية الناشئة عن الاستنساخ خلال ندوة علمية في اليابان في تموز/ يوليو عام 2002.

وبينما كانت أسماء العلماء المشاركين في الأبحاث، وكذلك الموقع الدقيق لمختبر كلونيد مجهولة، تكلم الرائيليون في تلك الندوة موضحين على منصة شركة تقنيات أحيائية كورية. من الممكن إيجاد جهاز يسمح بتحسين ملموس للمرحلة الحرجة في الانصهار بين الخلية التي ستنسخ والبويضة الأنثوية عديمة النواة عبر توليد تحريض كهربائي مستقر ومنخفض الفولتاج. لكن الإعلان طال أمده والرائيليون لم يقدموا في النهاية صور «آخر إنتاجاتهم». مع ذلك فإن أثر الاعلان بقي صاعقاً، فقد استبدل الرائيليون المشاكل الأخلاقية والتقنية الهامة التي تنتظرالحل بآلة يفترض بأنها تمحو جميع

المشاكل. لقد حلّت التقنية محل الإنسان. وأسطورة «التقنية الجوهرية» للآلة المولّدة لحياة مثالية برزت بوضوح في الاستشباح الرائيلي.

لعل التاريخ سيسجل أن السباق المجنون في الاستنساخ قد فاز به الرائيليون في 26 كانون الأول/ ديسمبر عام 2002 مع ولادة طفلة صغيرة اسمها إيف. في الواقع، عن طريق «مرشدة الطائفة» بريجيت بواسولييّه، أبلغت الطائفة في 27 كانون الأول/ ديسمبر عام 2002 في مؤتمر صحفي تم تنظيمه فقط من أجل ولادة طفل أن من المحتمل أن يكون أول كائن بشري مستنسخ. ولكي يحمي الرائيليون أنفسهم من ملاحقة محتملة من القضاء الأميركي وكذلك من أجل حماية حياة الطفل فإنهم حافظوا طوعاً على الغموض وحظروا في الوقت الراهن كل تأكيد علمي. إن ذلك الإعلان، رغم كونه منتظراً، إلا أنه ظهر كضربة الصاعقة وسط سماء صافية وانهمرت الانتقادات من كل الجهات. ينبغي في كل الأحوال شحذ الهمم، فقد وقعت البشرية لتوّها (أو أنها ستقع في أمد قريب جداً) في عهد جديد وإن كان بعضهم مثل أندريه بيشو، يتنبأ للاستنساخ المولّد بانتقال سريع إلى زوايا التاريخ المنسية[17].

وفي بداية عام 2003، دعا آنذاك عدد من العلماء المشهورين إلى الرجوع إلى بصيرة العقل[18]، في حين أن الرائيليين لم يعطوا أي نتيجة موثوقة لإعلاناتهم وتتالت المزايدات (الأمر الذي جعل شكّاً واسعاً يخيم على الحقيقة التقنية للاستنساخ). وفي آب/ أغسطس عام 2003، أعلن فريق صيني عن نجاحه في نقل نوى

(17) André Pichot, *Le Monde* (28 décembre 2002), p. 11.

(18) L. Montagnier, *Le Monde* (22 décembre 2002), p. 18, and Gerald P. Schatten, R. Prather and I. Wilmut, «Cloning Claim is Science Fiction, Not Science Science,» *Science*, vol. 299 (2003), p. 344.

جسدية لخلايا بشرية ناضجة من مختلف الأعمار إلى بويضات أنثوية غير ناضجة عديمة النواة لإناث الأرانب(19). واستطاع ذلك النقل أن يولّد آنذاك جنيناً أولياً أتاحت خلاياه إنتاج بعض سلالات من الخلايا الجذعية. لكن نوعية تلك الخلايا الجذعية المنتجة ظلت موضع ارتياب، حيث أن مهجّني ما بين الأنواع يمثلون غالباً عدم استقرار مرتبط بالتنافر بين مجين النواة وهُنيَّة الجِبلة.

في كانون الثاني/ يناير عام 2004، أعلن بانيوتوس زافوس المثير للجدل عن زرع جنين بشري مستنسخ في رحم امرأة، لكنه أعلن على الفور بعد ذلك أن بداية الحمل قد انتهت بالاجهاض. وبعد ثلاثة أشهر من ذلك أعلن فريق كوري في مارس/ آذار عام 2004 عن أول استنساخ بشري مع إنتاج بلاستوسيست قابلة للحياة انطلاقاً منها كان بالإمكان إنتاج خلايا جذعية جنينية(20). وينبغي الإشارة إلى أنه يلزم هنا أكثر من مائتين وأربع وأربعين بويضة أنثوية غير ناضجة من ست عشرة متبرعة متطوعة. ومن مجمل البويضات الأنثوية، تنمو فقط ثلاثون منها حتى مرحلة البلاستوسيست، ومن الثلاثين جنيناً في مرحلة البلاستوسيست، أتاح عشرون منهم فقط استخراج خلايا جذعية لم تولّد في النهاية إلا سلالة واحدة ثابتة زمنياً ومميّزة بشكل صحيح.

ويتعلق الأمر هنا بأول تقرير موثوق عن إمكانية تطوير واستخدام تقنية الاستنساخ في أفق علاجي. لكن، وكما يؤكد جميع

---

(19) Y. Chen [et al.], «Embryonic Stem Cells Generated by Nuclear Transfer of Human Somatic Nuclei into Rabbit Oocytes,» *Cell Research*, vol. 13 (2003), pp. 251-263.

(20) Hwang Woo Suk [et al.], «Evidence of a Pluripotent Human Embryonic Stem Cell Line Derived from a Cloned Blastocyst,» *Science*, vol. 303 (12 Feb. 2004), pp. 1669-1674.

اختصاصيو ذلك الحقل، فإن نجاح إعادة برمجة نواة جسدية أثناء عملية الاستنساخ هي أقل من خمسة بالمائة[21]. وتعكس تلك النسبة المئوية الضعيفة جداً الصعوبة الكبيرة التي يلاقيها علماء الأحياء في الوصول إلى فهم دقيق للآليات المعنية، وينبغي توخّي أكبر مقدار من الحذر فيما يتعلق في آن واحد بالتطبيقات المحتملة في المجال العلاجي، وكذلك أيضاً وبشكل خاص في الاسقاطات غير العقلانية التوالدية. ويبدو أن عديداً من الفرق العلمية قد اندفعت مع ذلك في الطريق الذي حسّنه الفريق الكوري، فقد حصل فريق بريطاني في آب/ أغسطس عام 2004 على إذن من (Human Fertilisation and Embryology Authority) للبدء في أبحاثه بينما أعلن رسمياً فريق أميركي من جامعة هارفرد عن دخوله الميدان وذلك في تشرين أول/ أكتوبر عام 2004. وخلف تلك الأبحاث المنتظِمة، أصرَّ الفرقاء على أهداف هي الأكثر جنوناً. وهكذا، استمر بانايوتيس زافوس في طريق الاستنساخ المولِّد وأعلن في آب/ أغسطس عام 2004 عن خلق أجنة نشأت عن زرع نوى مصدرها أنسجة بشرية من أشخاص موتى في بويضات أنثوية غير ناضجة بقرية. وربما أتاحت تلك المهجَّنات الحصول على أجنة تم إتلافها في مابعد. إن زافوس، المعتاد على الشطط، أعلن مباشرة أمام الصحافة عن الخبر دون التقيّد بحظر المجلة العلمية التي كان قد تنبأ فيها بنشر نتائجه، الأمر الذي أدى إلى ارباك كبير وإلى سحب رئيس تحرير المجلة العلمية للمقال وقد نال منه الإجهاد. وقد أفضت تلك الضجة في النهاية إلى الاخلال بمصداقية الفرقاء الذين أعلنوا بغياب كل دليل، وبمساندة كبيرة من وسائل الإعلام، عن نتائج غريبة.

---

(21) I. Wilmut, «Human Cells Cloned Embryos in Research and Therapy,» *British Medical Journal*, vol. 328 (2004), pp. 415-416.

لكن وفي نهاية المطاف ماهي المشاكل التي يثيرها الاستنساخ البشري المولّد؟ وتحت أي رعاية سيعيش أولئك الأطفال ومن يليهم الذين أعلنت عنهم بكل تعنّت طائفة رائيل وبعض علماء الأحياء؟ هل إيف هي أول ضحية لنزوة بشرية محمومة؟

المشاكل الأخلاقية

ماهو الاستنساخ المولّد البشري؟ إنه استيهام البشرية القديم قد استفاق لتوّه. وأخيراً بدا أن الإنسان يتحكم بتكوّنه، إنه يأمل أن يستطيع سراً المثابرة على الاستنساخ المولّد. والآن ترتفع أصوات معروفة للمطالبة صراحة بتطبيق الاستنساخ عليها. وبعض المقالات المنشورة في مجلات علمية رصينة مثل **علم** أعلنت بأن الاستنساخ المولّد ليس له آثار ضارة على الحياة النفسية للأفراد المستنسخين القادمين بالقدر الذي يروّج له معارضو الاستنساخ[22] ربما ينبغي التوقف والتفكير ملياً بما يمثله الاستنساخ المولّد بالنسبة إلى الإنسان.

الاستنساخ المولّد: ما هي التبريرات؟

إن أول تسويغ لتطبيق الاستنساخ المولّد على الإنسان يأتي إذاً من الأيديولوجية الهذيانية ـ الغامضة لعدة جماعات تستنير باستيهام الخلود وتحثّها «أعجوبة» التقنيات الأحيائية. ولا تستند تلك المشاريع إلى أي أساس عقلاني ولا إلى أي تفكير يتناول المعنى الأخلاقي لتلك الأفعال. لسوء الحظ، فإن تلك الطوائف ليست فقيرة أبداً وعلى الأرجح تحت تصرفها في آن واحد موارد مالية و«أدوات بشرية» طيّعة. إن مشاريع بعيدة جداً عن كل تبصّر هي بالطبع

(22) Dan W. Brock, «Human Cloning and our Sense of Self,» *Science*, vol. 296 (2002), pp. 314-316.

مذمومة. لكن الإغواء العادي للخلود يتجاوز إلى حد كبير محيط الطوائف. بعد الاعلان عن دوللي، أعلن أشخاص مشهورون إلى حد ما عن رغبتهم في تجريب الاستنساخ.

إن أقدم وأقوى حلم لدى البشرية قد يتحقق أخيراً: إلتماس الخلود. ويبقى الموت مشكلة الإنسان الكبرى، إنها حقيقة جليّة. وإن السلام الخالد الذي تعد به جميع الأديان هو المثال الأكثر شيوعاً والأشد وضوحاً عن تلك الاشكالية التي تلازم الإنسانية. وإن كثيراً من السلوكيات البشرية تخفي بشكل سيء البحث المستمر عن تخفيف حدة ذلك القلق الوجودي الهام. كما أن البحث الجامح عن الخلود، وكان هو الأكثر بساطة، يشغل على نحو قهري حيوات أناس بأكملها إلى حد الدفع إلى سلوكيات غير عقلانية. وإن إيروسترات (Erostrate)، الذي وصل اسمه الشهير بشكل محزن إلينا هو مثال عن تلك السلوكيات المرضية. لقد أحرق معبد أرطاميس (Artémis) في أفسس (Ephèse)، وهو أحد عجائب الدنيا السبع القديمة في عام 356 قبل الميلاد.

إن بناء تلك التحفة قد استلزم مائة وعشرين عاماً لكنها تلاشت بقسوة في حريق إجرامي. وقد تم الحكم على إيروسترات حكماً مضاعفاً: القصاص الأول، تقليدي بالنسبة إلى مجرم في تلك الأزمنة السحيقة وهو الموت، والقصاص الثاني تكفيري ويعرّض كل شخص ينطق باسم ذلك الحرّاق (أي إيروسترات) إلى الموت نفسه. وهنالك ما يحمل على الاعتقاد بأن القصاص الثاني لم يكن بالامكان تطبيقه بشكل صحيح حيث أن اسم المجرم مازال يتمتع بخلود فعلي يزيد على 2300 عام بعد الاعتداء. إن «عقدة إيروسترات» صنعت منافسين رسموا تاريخ البشرية حينما أوصلوا غالباً إلى أسوأ الفظائع أو أحياناً أوصلوا إلى ظهور روائع فنية. وهكذا يذكّر دومينيك جانيكو

(Dominique Janicaud) بأنه «حينما نفحص عن قرب أغلب المقاصد الطوباوية التي تستخدم التقنيات كدعائم، يوشك أن يخيب أملنا كثيراً حينما لا نكتشف إلا الامتدادات المبتذلة، وحتى القذرة لنزوات رديئة.

وهكذا من أجل إرضاء الرغبة بالخلود، فإن تقنيات الجراحة التجميلية، وطب تجديد الشباب، وحتى الحفظ المأتمي للجثث من أجل بقاء افتراضي (. . .)، تظهر جميعها مثيرة للسخرية كثيراً أمام الحقيقة الجوهرية والبنيوية للظرف البشري: الوفيات». لكن الاستنساخ يفتح اليوم توقعات أخرى أكثر جاذبية بكثير: كل أمل في الحياة في العالم الآخر، أو في البقاء في الذاكرة الجماعية يظهر بشكل شاحب. حينما تستنزف الحياة، عابرة رحابها الواسعة، وحينما يقترب خريف العمر، لم يعد يبقى إلا أن يتم اقتطاع صغير لخلايا أي نسيج جسدي (ولم لا يكون الغدد الثديية؟) وحينذاك، تتم إعادة برمجة تلك الخلايا، وترجع إلى الصفر من أجل نقطة انطلاق جديدة، خلايا مقتطعة، ومحزومة في بويضة أنثوية غير ناضجة، وتحفظ لدى أم حاضنة. وبعد تسعة أشهر من الانتظار، لك الحق في «حياة ثانية».

إن الطفل الذي تحمله بين ذراعيك لم يعد ابنك المألوف، وبدرجة أقل ابنتك المألوفة، إنهما هجينان محزنان لتلقيح شقّي. لا، ليس ذلك أيضاً توأمك، الذي قد يكون له الارتباط العادي لتزامن الغرّ. إنه الأنا الثانية المورثية التي تخصّك والتي تحملها بين ذراعيك، هذا الطفل الذي تضمه إليك! لم يذهب الخيال أبداً إلى تلك الدرجة البعيدة، لعدم توفر خيال أوسع. لكن الحقيقة هي أشد دناءة. فأبعد من المشاكل العلمية-الطبية التي تجعل من الاستنساخ تقنية خطرة على الطفل القادم، نجد أن هوية الشخص القادم تختلف بشكل جلي عن هوية الشخص المستنسخ القبلي.

إن مفهوم المطابقة المورثية ما هو إلا فخ. وإن حماقة التأكيد على أن الفرد المُستنسخ والفرد المُستنسخ القبلي يشكلان فرداً أوحداً هي بقدر حماقة قولنا أن توأمين أحاديي البيضة ما هما إلا شخصاً واحداً بعينه. وفي أغلب الأحيان تبقى التوائم الأحادية البيضة غير متشابهة ويعيش كل منها حياة فردية بالغة الاختلاف. ولا يخطر على بال أي شخص عاقل أن يقول بأن التوأمين هما تجسيد لشخص فريد. وأيضاً، فإن الشخص المطابِق القبلي والطفل المستنسَخ يتلاقيان تماماً في الوضع نفسه، وإلى ذلك ينبغي أن نضيف الاختلافات الوراثية المرتبطة بالمجين المتقدِّري الغريب وفجوة اختلاف العمر. سيكون هناك بلا ريب شخصان متمايزان!

إن الرغبة في أن نسقط على هذا الوضع الأعرج استيهام الخلود تتعلق بوضوح بخيال هذياني. إن الشخص المستنسخ القبلي والطفل المستنسخ سيكونان شخصين متمايزين. وينبغي بلا تردد دحض الإغواء اللاعقلاني والخالقي في تأويل تلك البراعة التقنية بأنها استمرارية أو امتداد اصطناعي للحياة. وعلى نحو أكثر دقة، فإن المولود الحديث المستنسخ هو فرد جديد يتطلع إلى مستقبل غير ذاك المستقبل المَرَضي الذي تصوَّره مُطابقه القبلي في شيخوخة حياته.

وقد ارتفعت أصوات أخرى تحاول أن تجعل من المحاولات أمراً طبيعياً وذلك من أجل «أسباب طبية». وهكذا، فإن نشرة سيفرينو أنتينوري تقوم على رؤية للإنسال حوّلت إلى تقنية بشكل مفرط. بالنسبة إليه، فإن الاستنساخ المولّد هو تقنية ملحّة ستأخذ مكانها في ترسانة المستقبل من أجل معالجة حالات العقم العضال. ويرى أنتينوري أن الاستنساخ المولّد البشري هو ببساطة وسيلة تخفيف وقتية لبعض حالات العقم المستعصية، وينبغي لهذا أن يسهم في الترسانة التقليدية لمعالجة أوجه الخلل تلك. ويتعلق الأمر هنا بنقاش بالغ الأهمية: هل يبرر العقم (الذي ليس هو في ذاته من

المرضيّات) كل تلك التدخلات في تكون الكائن الحي؟ إن المدافعين عن مسعى براغماتي ينادون لسد حاجة بأسلوب تقني صرف وذلك عبر المداواة.

في الواقع، إن تعريف حالة الصحة الذي قدمته «منظمة الصحة العالمية» هو حالة الرفاهية الجسدية والمعنوية. والعقم بما أنه يسبب إحباطاً، فإنه يؤثر بالطبع على الرفاهية المعنوية، وبالتالي فإن الرغبة في معالجته تدخل ضمن مسعى علاجي. وهذا لم يمنع الفيلسوف لوسيان سيف في أن يعلن بطريقة صائبة جداً قائلاً: «(...) ألم نصل عبر عدوى متنازع فيها بين التشوه والشذوذ إلى صنع علم الأمراض بطريقة منهجية؟ ومهما يكن الأمر، فإن الانجاب الطبي (PMA)[*] ليس في حال من الأحوال علاجي: إنه لا يشكل إلا وسيلة وقتية. ويبقى الزوجان في ما بعد مثلما كانا من قبل: عقيمين. أليس صحيحاً أن الانجاب الطبي بما أنه لم يقدم معالجة وإنما عملاً ترقيعياً، فهو يستطيع بكل سهولة أن يتلاءم مع الطلبات الأشد فساداً؟ نحن نتكلم هنا عن طب يقارب تجاوز اللغة. (...) وينزع الطب الأحيائي إلى توسيع مستمر لحقل امتيازاته في ماوراء نطاق المرض بالمعنى الحصري، كما ينزع إلى أن يشجع حتى النهاية تعميم اللجوء إلى التطبيب الشامل في حياتنا. الحمل، مدة الحمل، الولادة: ما إن نبدأ حتى نصبح مرضى». إن تحويل الرغبة بطفل إلى حاجة ينبغي إشباعها بالضرورة قد تحقق تدريجياً مع تقدم علم الانجاب وتعميم اللجوء إلى التطبيب في ذلك المجال. مع ذلك، هل تلبية جميع الطلبات هي ضرورة ملحَّة؟ في الواقع، إن الاستنساخ المولّد ليس صيغة عادية للتكاثر لدى الإنسان، وهو يطرح العديد من المشاكل.

(*) الانجاب الطبي (PMA): إنجاب اصطناعي بالتعشير الصناعي أو بالاخصاب في بيئة مصطنعة ومن ثم نقل الجنين إلى رحم الوالدة.

التشييء أو مستقبل عالم المُطابِق ـ الشيء

إن المشكلة الأولى هي استحداث كائن بشري يُستَخدم كوسيلة. وإن الأمر يتعلق بوضوح بانتهاك مبادئ كانت، وحتى أكثر من ذلك. لقد انكبَّ يورغن هابرماس (Jürgen Habermas) حديثاً على المشكلة مؤكداً أن كل تلاعب تطفلي وإرادي بالسمات المورثية لطفل قادم إنما هو اعتداء على «أخلاقيات النوع البشري». ولقد حدد في كتابه **مستقبل الطبيعة البشرية** (*L'Avenir de la nature humaine*) النواحي التي تكون فيها التغييرات المقصودة في مجين طفل قادم (وهذه هي الحال في تقنية الاستنساخ) اعتداء على أسس حرياته وبنائه الاجتماعي المستقبلي. فهو يؤكد أن: «التلاعب المورثي يمكن أن يغير فهمنا عن أنفسنا باعتبارنا أشخاصاً لهم جوهر مورثي إلى درجة أن تصوراتنا القانونية والأخلاقية المعاصرة أصبحت مهاجمة، وفي الوقت نفسه، فإن الأسس المعيارية الأساسية للإنسجام الاجتماعي هي التي قد تصاب»[23].

إضافة إلى ذلك، ومع أن الاستنساخ المولّد قد يقبله المجتمع بشكل واضح، لكن يبقى تحديد الهوية التي ستعطى للطفل المستنسخ، والمكان الذي سيفسح له في النسب وفي العائلة، والأفق الذي سيتاح له ليحاول أن يبني ذاته كفرد إنساني حر. وحتى من أجل التعويض عن عقم عضال، فإن الاستنساخ لا يخلو من نتائج أخلاقية. وإن الرغبة في تطبيقه على الإنسان، تعني بالتالي التعرض لإشكالية جديدة، وجميع تورّطاتها غير معروفة. ما هو ذاك الطفل

---

(23) Jürgen Habermas, *L'Avenir de la nature humaine: Vers Un Eugénisme libéral?*, trad. de l'allemand par Christian Bouchindhomme (Paris: Gallimard, 2002),

(الطبعة الأصلية الألمانية عام 2001).

الذي سيولد؟ ما هي الهوية التي سيكسبها، وما هي الهوية التي سيقرّ له بها المجتمع؟ هل سيحمل اسم عائلة والاسم الشخصي للفرد المستنسخ القبلي؟ أم أنه سيكون طفلاً جديداً يسجّل في نسب معقد؟ من سيكون والداه؟ أهما والدي المستنسخ القبلي، أم المطابق القبلي، أم الأم الحاضنة؟ أي مكان في النسب سيمنح إلى واهبة البويضة الأنثوية غير الناضجة؟ إنها شاركت بأكثر من صفة في تأجيج «شرارة الكائن الحي» للطفل المستنسخ. إنها حتى ستورّث هذا الطفل القادم جزءاً من إرثها الوراثي، تاركة له المجين المتقدري. وإن واهبة البويضة الأنثوية يمكن أن تطالب «بحصتها من الوالدية» على الطفل المستنسخ. وإن الإجابة على هذين السؤالين ترجع إلى ضرورة مزدوجة: إن الطفل المستنسخ سيكون بحاجة إلى معرفة من هما أبواه، وبالمثل فإن المجتمع بحاجة إلى معرفة في أي نسب سيندرج ذلك الطفل. ولا حاجة لأن يكون المرء محللاً نفسياً ليفهم أن الطفل المستنسخ معرّض لخطر الاضطراب بسبب ذلك الوضع غير المألوف. إن مفهوم الوالدية يبرز تماماً في هذه الحالة من الشكل. وإن مفهوم الوالدين البيولوجيَين نفسه يتشظّى بين والدي المطابق القبلي اللذين تنازلا عن الإرث المورثي النووي، وواهبة البويضة الأنثوية غير الناضجة، والأم الحاضنة التي تلد الطفل. إن أبوي الطفل بالتربية، الحقيقيين بالمعنى الاجتماعي، سيكونان على الأرجح المستنسخ القبلي و/ أو شريكه إن كانا يعيشان كزوجين. سيربي الطفل المستنسخ إذاً مطابقه القبلي، أناه الثانية المورثية. ليس من الممكن أن نتجاهل بكل بساطة كون الطفل المستنسخ سيعاني من ذلك الوضع المعقد والذي من الصعب فيه ألا نبصر بعض الانحراف. سيكون بمقدورالطفل سريعاً أن يفهم إلى أي درجة كان الحمل به قد حوّل إلى وسيلة، وإلى أي حد ذلك الوضع الذي يكبر فيه الطفل برعاية أب أو أم ما هما إلا صنوه المورثي، ينتهك ليس

المحظورات الاجتماعية أو الأخلاقية، وإنما قانوناً أشد عمقاً، وهو ثابتة النوع التي تريد أن يكون كل شخص فريداً.

المخاطر الأخلاقية لسوق جنين الأم الحاضنة

والمشكلة الثانية هي مشكلة الثمن الذي بمقدور المجتمع تحمله لخلق قليل من أولئك المُطابقين الاستثنائيين. والواقع أن التقنية تستلزم في الوقت الحاضر، الحصول على بويضات، أي ينبغي قبول أن نساء يعطين (أو يبعن) بويضاتهن لقاء معالجات لا تضر بصحتهن. وإن عدد البويضات الأنثوية غير الناضجة اللازم لنجاح استنساخ شخص كبير جداً، ذلك أن معدل النجاح لدى الإنسان ولدى باقي الثدييات في آن واحد هو أقل من خمسة بالمائة! وتشير وحدها معطيات أول تجربة استنساخ علاجي بشري إلى أنه يلزم أكثر من مائتي بويضة أنثوية (مأخوذة من ست عشر واهبة) لنرى بشق الأنفس حوالي عشرة أجنة تنمو. ومن الضروري أن نوضح لكي نكون صادقين بأن تلك المشكلة يمكن أن تكون هدفاً لحل تقني إذ من الممكن استحداث بشكل اصطناعي بويضات أنثوية غير ناضجة خارج الجسم الحي انطلاقاً من خلايا جذعية جنينية (على الأقل في أول وقت لدى الفأرة)[24]. لكن مشكلة محلولة باستحداث مشكلة أخرى بفعل الواقع تكون وراء تلك الخلايا الجنينية في حال إجراء تطبيق صناعي على نطاق واسع. ألا يؤدي ذلك في النهاية على النطاق الصناعي إلى إقامة مصنع لأجنة مرصودة لتكرّس لإنتاج بويضات أنثوية غير ناضجة؟ وأخيراً، ما إن يتم استحداث الأجنة حتى ينبغي إعادة زراعتها لدى الأمهات الحاضنات (في عدد معين من الحالات

(24) Karin Hübner [et al.], «Derivation of Oocytes from Mouse Embryonic Stem Cells,» *Science*, vol. 300 (2003), pp. 1251-1256.

على الأقل) اللواتي ينبغي التساهل في التعويض اللازم لهن. وإن مجمل تلك الشروط التقنية تعرّض إلى بناء سوق وحتماً إلى شبكات استخدام أو استغلال نساء سيصبحن مجرد وسائل. وإن الرغبة في استحداث مطابقين توشك أن تدفع إلى ظروف ملائمة لولادة شكل جديد من استعباد البشرية. إن تلك النقطة الأخيرة ليست إحدى النقاط الأصغر شأناً. من المستحيل (على الأقل في هذه الحالة الراهنة من المعارف) التحرر من الأم الحاضنة. والحال تلك، فإن الحمل ليس أبداً قضية خالية من مخاطر تتعرض لها في آن واحد حياة الطفل والأم. وأيضاً، فإن إقامة شبكة استغلال للنساء بهدف تحويلهن إلى أمهات حاضنات يمثل خطراً حقيقياً.

المخاطر المرتبطة بالمجازفات التقنية

بعد نشر ولادة دوللي، بقي عدد من الأسئلة العلمية مثاراً. أولاً، هل دوللي هي حقاً المستنسخ المورثي لأمها أو بالأحرى لمستنسخها القبلي؟ إن ذلك السؤال ليس فظاً إلا في الظاهر، لأن حين «الحمل» بدوللي، فإن مستنسختها القبلية لدوللي كان قد تم التخلص منها منذ وقت. إضافة إلى ذلك، فإن المستنسخة القبلية لدوللي كانت حاملاً حين الاقتطاع الثديي والحال تلك، وخلال تلك الفترة، فإن الخلايا الجنينية التي نمت في الرحم يمكن أن تكون فيزيولوجياً موجودة في الدورة الدموية للأم (وبالتالي قد لوّثت اقتطاع الخلايا الضرعية). وأخيراً، هل انحدرت دوللي حقاً من استنساخ انطلق من خلية مميّزة، أم من خلية جذعية موجودة (مصادفة) في كمية الخلايا الضرعية المقتطعة من النعجة «المستنسخة القبلية»؟ وقد حمل الإجابة على السؤال الأول تحليل الواصمات المورثية الذي قام به مخبرين مستقلّين. وقد أظهرت النتائج بكل يقين بأن دوللي هي النسخة المطابقة للنعجة المطابقة القبلية التي ماتت قبل بضعة سنوات

من ذلك. في الواقع، لقد كان موجدو دوللي قد احتفظوا ببعض العينات الخلوية الثمينة.

إن مسألة معرفة ما إذا يمكن أن يتحقق الاستنساخ انطلاقاً من خلايا مميّزة بطريقة لاتنعكس، قد حلها رودولف جانيش (Rudolph Jaenisch) من (Massachussets Institute of Technology). لقد نجح في الواقع في استنساخ فئران انطلاقاً من خلايا مميّزة بشكل نهائي: اللمفاويات[25]. إن تلك الخلايا الخاصة للنظام المناعي تفقد جزءاً من مجينها من أجل بناء مستقبلاتها لمولدات المضاد عبر إعادة تنظيم وراثي. إنها تحمل إذاً وصمة وراثية ملائمة يمكن تتبعها في السلالة. لقد نجح ذلك الفريق في «إعادة البناء» عبر استنساخ مولّد للفئران انطلاقاً من اللمفاويات. وتلك الفئران تحمل إذاً طابع تمايز الخلية الأم لغياب جزء من السلاسل التي تفيد عادة في بناء مستقبلة اللمفاويات.

ومسألة أخرى هامة لم يوجد لها حل بشكل فعلي، وهي مثيرة للدهشة على ما يبدو: ما هو العمر الحقيقي لدوللي؟ ما هو عمر مطابقتها القبلية، عمرها أو حاصل عمر الحيوانين الاثنين؟ إن السؤال ليس في غاية البساطة. بالنسبة للتساؤل الأول، إن حددت عمرها «الحالة المدنية»، فيمكن أن يختلف عمرها الحقيقي بشكل ملموس. في الواقع، إن مجين دوللي ناشئ عن خلية مميزة منحدرة من مطابقتها القبلية، وبالتالي هي منحدرة من خلية هرمة كانت مرصودة لموت قريب. إن الشيخوخة الخلوية هي ميدان دراسة يشهد توسعاً كبيراً.

(25) D. Hochedlinger [et al.], «Monoclonal Mice Generated by Nuclear Transfer from Mature B and T Donor Cells,» *Nature*, vol. 45 (2002), pp. 1035-1038.

كيف ينقضي الزمن الخلوي؟ هل توجد آليات جزيئية لقياس الزمن، هل توجد ساعات جزيئية؟ يبدوأن الخلايا تختبر تأثيرات الزمن. إن الخلايا في شيخوختها «تتجعد» وأكثر من ذلك، فإنها تجس تجاعيدها لتقدّر عمرها الذي لا ينبغي أن يتجاوز ما يسمح به المجين. أصبح بالإمكان اليوم التمييز بين الخلايا التي تبقى فتية على نحو خالد، قادرة على الانقسام إلى ما لانهاية من أجل تجديد الأنسجة، وبين الخلايا التي تهرم بعدد الانقسام المحدود ولموت وشيك. وإحدى الوصمات الأجدر بالثقة هي قياس طول نهاية الصبغيات التي تسمى القسيم الطرفي. في الخلايا المميّزة في كل انقسام، يسبب تنسّخ الصبغيات إنقاصاً في القسيمات الطرفية عبر ظاهرة شبه آلية لغياب المطرس اللازم لفاعلية الأنزيم المكرّس لتلك الوظيفة. في كل انقسام تقضم بضع أسس، حتى الاختفاء التام للقسيمات الطرفية. إن ذلك الاختفاء المأسوي يعرف آنذاك على أنه إشارة تحريض على الموت الخلوي. في الخلايا الجذعية التي هي أساس التجديد النسيجي، هناك أنزيم يسمى تلوميراز وهو يصلح القسيمات الطرفية وينسج نهاية في كل انقسام خلوي انطلاقاً من مَطرس قصير. وبدون ذلك الأنزيم، فإن الأنسجة في غمرة التجدد النسيجي لن تستطيع إعادة بناء ذاتها بشكل دائم. ومن أجل قياس «العمر المطلق» لدوللي، قام فريق إيان ويلموت بقياس طول قسيماتها الطرفية.

وبكل ذهول اكتشف فريق دوللي الأصلي أن طول القسيمات الطرفية لدوللي يعادل طولها لدى حيوان في عمر المطابق القبلي (ست سنوات) وليس أطوالها في العمر الحقيقي في وقت الاقتطاع (عام). إن الاختلاف بالغ الدلالة إحصائياً. إن العمر القسيمي الطرفي لدوللي هو إذاً يساوي حاصل عمرها وعمر المطابِق الأصل. إن تلك

الجوانب التقنية إلى حد كبير يمكن أن تبدو زائدة للوهلة الأولى. لكن الأمر ليس كذلك، لأنه في علم الأحياء لا يحدث كذب في العمر. إن دوللي كانت ضحية قتل رحيم مبكّر، ست سنوات بعد ولادتها، بعد أن تم اكتشاف أنها تعاني من التهاب مفاصل مزمن ومن قصور رئوي سببه عدوى فيروسية مما أدى إلى نمو ورم. إن دوللي التي هي نموذج السعي وراء الخلود شهدت حياتها الزاخرة بالأحداث تقصر بشكل غريب! لكنها استهلت من اليوم حياة ثالثة أكثر هدوءاً: بعد تشريح الجثة وبعد الفحوصات المعمّقة، تم تحنيطها لتنال مكان شرف في «متحف اسكتلندا» في إدنبره... ووراء تلك الأسطورة، فإن دوللي لم تعش إذاً إلا نصف متوسط العمر المتوقع لنعجة من النعاج. هنالك إذاً مسائل تقنية معلّقة، وذلك قبل إجراء تطبيق مباشر على الإنسان. إن الهروب نحو الخلود مازال يصطدم بمسائل تقنية تتعلق بتزامن الساعات الجزيئية السيتوبلازمية والنووية.

وهنالك مسائل أخرى بالغة الأهمية ما تزال دون حل قبل التفكير بالانتقال إلى المرحلة البشرية. فأولاً هناك معدل الوفيات حول الولادي(*) مرتفع جداً مهما يكن النوع (خروف، بقرة، ...). وإن العديد من محاولات إنتاج مطابقين في قائمة أنواع ثديية هي واسعة جداً في الوقت الحاضر قد انتهت بشكل متواتر إلى حمل مرضي أو إلى نمو أجنة انكماشها تلقائي. وحتى عندما تنمو الأجنة، فإنها تنتهي إلى مطابقين أحجامهم ضخمة وأوزانهم زائدة عند الولادة، ووزن مشيمتهم زائد أيضاً، وهم يموتون في وقت مبكر بسبب مشاكل قلبية ـ تنفسية. إن الآليات المسبّبة تظل إلى حد بعيد مجهولة.

(*) حول الولادي: متعلق بما يحدث أو ينشأ قبل أو بعد الولادة بوقت قصير.

ولقد بينت دراسة أنه توجد شذوذات كبيرة في تعبير المورثات المرتبطة بالاختلافات الكبيرة «للبصمة الوراثية» بعد إعادة برمجة النواة وذلك بعد النقل إلى البويضة الأنثوية غير الناضجة[26]. وعلى النحو ذاته، ظهر أن الفئران المستنسخة، والتي هي ذات مظهر طبيعي عند الولادة، كان تعميرها منخفضاً على نحو ذي دلالة، وذلك دون أسباب بارزة معروفة[27]. إضافة إلى ذلك، فإن هناك أبحاث انهمكت فيها فرق عدة تناولت الحيوانات الرئيسة غير البشرية لم يتم نشرها أبداً، دون أن يكون بالامكان معرفة موضع الخلاف هل هو التقنية أم بقاء الأجنة. ولا ينبغي للإنسان أن يتهرب من تلك الصعوبات العديدة، على الرغم من الاعلانات المنتصرة. مامن سبب يدعونا لنخالف نظام الطبيعة. ويبدو حتى أن بعض الأبحاث الرائدة تؤكد ذلك.

لقد أكد المقال المنشور في تشرين الثاني/ نوفمبر عام 2001 أن واحداً وسبعين محاولة قد أوصلت مرة واحدة إلى جنين ذي ست خلايا ومرتين إلى جنين ذي أربع خلايا[28]... إن ذلك المعدل مضحك نظراً إلى واحد وسبعين بويضة أنثوية غير ناضجة تلزم لتلك المحاولات الناشئة عن حوالي عشر نساء واهبات متطوعات للخضوع إلى فرط إباضة من أجل أهداف البحث. وتبدو النتائج هزيلة بالنسبة إلى التضحيات التي تبذلها هؤلاء النسوة. وإن بعض الفِرَق المنغمسة

---

(26) D. Humpherys, «Epigenetic Instability in ES Cells and Cloned Mice,» *Science*, vol. 415 (2001), pp. 95-97.

(27) Narumi Ogonuki [et al.], «Early Death of Mice Cloned from Somatic Cells,» *Nature Genetics*, vol. 30 (2002), pp. 253-254.

(28) Cibelli [et al.], «Somatic Cell Nuclear Transfer in Humans: Pronuclear and Early Embryonic Development,» pp. 25-30.

في تلك المحاولة العبثية، يدفعها هذيان شبه غامض أو الرغبة في انتهاك المحظورات، تقوم بمجازفات ضخمة. إن الأجنة التي سيتم الحمل بها هي كائنات حية وستكون كذلك قبل كل شيء، كائنات تقاد إلى الحياة عبر تقنية لاتزال أخطارها مجهولة.

وفي الوضع الراهن للمعارف، فإن الإعلان عن الرغبة في استنساخ إنسان يعني بوضوح: «إنتاج» كائنات بشرية بالنسبة إليها سيكون خطر إصابتها بالوزن الزائد عند الولادة، والأمراض القلبية-التنفسية أو المتعلقة بخضاب الدم خطراً مرتفعاً، وسيكون متوسط عمرها على الأرجح قصيراً. وإن هؤلاء الناس ليس فقط قد شيّأهم موجدوهم، وإنما توشك حياتهم بشكل خطير أن تشبه محنة عظيمة. وهؤلاء الناس ـ الأشياء سيحملون في كل لحظة سيف ديموكليس فوق رقابهم. في كل الأوقات، إن ندوب التلاعبات البدئية التي سيكونون ضحاياها قد تظهر مجدداً كأثر لمرض شنيع مرتبط بجنون موجديهم. وما هو أسوأ سيكون التشكك، وترقب حدوث حدث غيرمؤكد ولكن محتمل، وحياة نقلت لإعادة بناء صعب لهوية إنسانية بلبلها نسب شاذ، ولرؤيتها تنهار بقسوة مثل قصر شيّد فوق رمال متحركة. من يقبل وسط تلك الظروف أن يكون شخصاً مستنسخاً؟

الاستنساخ عبر منظار محاولتنا تعريف الكائن الحي

إن المستنسخ هنا نتاج تقنية كاملة فيها ينعزل الإنسان، ويتحول إلى موضوع تجربة. إنه يقطّع خلاياه إلى كينونات مختلفة (نواة وسيتوبلازما). وإن نواة خلية جسدية منتزعة من سيتوبلازمتها، لا تعد بالطبع كينونة حية بالمعنى الحصري، على الأقل بحسب التعريف الذي أعطيناه عن الكائن الحي. إن الحيلة تحدث هنا: يصل الإنسان إلى توليد استمرارية الكائن الحي بشكل اصطناعي، لكن الواقع هو

توقف كلي. إن تحليل الطريقة ينبغي ان يتوقف عند تلك اللحظات الجوهرية التي يتم خلالها إقحام كينونة اصطناعية معزولة تماماً، نواة، في قلب خلية.

إن الحياة آنذاك قد قطعت بشكل مضاعف. وأول انقطاع هو فيزيائي: لقد تم الحفاظ على بقاء النواة بشكل مصطنع، لكن ليس من الممكن اعتبار تلك الكينونة المعزولة كينونة حية في غضون ما بين إخراجها بالقوة وإعادة إدخالها في الخلية. لم يعد هناك استمرارية فيزيائية حيوية، كما هو الحال في كل إخصاب طبيعي. والانقطاع الثاني إخباري. إذ إن نواة الخلية الجسدية للمطابق القبلي ليست في البداية مخصصة لإعطاء كائن حي كامل، لقد تمت برمجة مجينها ليعبر عن ذاته رويداً رويداً في خلايا ضرعية (أو في أنماط أخرى من الخلايا المميّزة إلى حد كبير). مع ذلك، فإن الإرادة البشرية تقرر خلاف ذلك. إن المجين يعود إلى البداية، ويبدأ من الصفر بفضل عناصر محتواة في سيتوبلازما البويضة الأنثوية غير الناضجة المستقبلة. إن المعلومات المحتواة داخل الخلية ملتوية، منتحلة من أجل هدف آخر، لقد حولت في النهاية الصفات الطبيعية مرتين. إن الاستنساخ قد ارتبط غالباً في اللاشعور الجماعي بالتكاثر اللاجنسي. وإن من طبيعة أنواع عديدة أنها تتكاثر بشكل لاجنسي (البكتيريات، والنباتات) في حين أن حيوانات عديدة تستخدم التوالد البكري، من الحصافة إذاً ملاحظة أن مطلع كل حياة يبدأ تقليدياً بالاخصاب. لكن هنا، لم يعد هناك إخصاب، بالتأكيد إن الجنين ينمو، لكن أين تتحدّد بداية حياته؟

وهكذا، فإن الحياة في أي من تلك الحالات المذكورة سابقاً لم تنقطع فعلياً، كما هي منقطعة هنا، مع انخلاع لبنة الكائن الحي: الخلية.

في جميع الحالات تكون الخلية متكاملة، وتتم برمجة القادم الجديد انطلاقاً من خلية متخصصة. وخلال ذلك التكاثر، فإن مختلف عناصر السلالة هي مطابقين وراثيين بشكل فعلي. واشتراك هؤلاء المستنسخين مع مطابقين اصطناعيين من الثدييات هو غير ملائم، ومصطلح «مطابق» يستخدم بلا شك بشكل تعسفي.

إن مبادئ الأخلاق التي طرحها إيمانويل كَنْت تذكّر بأن من المحظور استخدام الكائن البشري باعتباره وسيلة. ومن غيرالمقبول به إقرار تلك التقنية لدى الإنسان مهما تكن الأهداف المقرّ والمعترف بها. من غير المعقول أن ندع شخصاً يترك إرثه المورثي بين يدي تقنيين مجهولي الاسم قبل رؤيته يدخل رحم امرأة حاضنة. هذا سيكون تنازلاً عن الشرط الإنساني إلى برودة التقنية التي شططها الحالم الذي تخيله ألدوس هكسلي (Aldous Huxley) عام 1932 في كتابه **أفضل العوالم** (*Le Meilleur des mondes*) ليس بمستبعد[29]. إن الإنسان يمكن أن يختزل إلى هدف للتجريب: المستنسخ ـ الشيء. إن الإنسان يرغب بمطابقه، ويرغب أن يرى نفسه مستنسخاً، لكن أي مجال حرية يعطى لذاك الذي هو ـ نسخة عن الآخر ـ وما هو إلا هدف الآخر أو هدف رغبته؟ كيف لا نصاب باليأس أمام عدد الأشخاص الذين عبّروا بسذاجة عن الرغبة في رؤية أنفسهم مستنسخين بصفة تجريبية بعد الاعلان عن ولادة دوللي؟

على الرغم من الاستئنافات الرسمية العديدة، وقرارات حظر المبدأ الكثيرة، إلا أن المعركة مستمرة حول الإستنساخ المولّد البشري. في فرنسا، اقترحت «اللجنة الاستشارية القومية للأخلاق»

---

(29) Aldous Huxley, *Le Meilleur des mondes* (Paris: Pocket, 2002). (الطبعة الأصلية الإنجليزية عام 1932).

في رأيها الصادر في 22 نيسان/ أبريل عام 1997، وذلك بعد تحليل طويل، حظر الاستنساخ البشري المولّد. وعلى الصعيد الأوروبي، استفاد ميثاق أوفيدو لحماية حقوق الإنسان وكرامة الإنسان إزاء تطبيقات علم الأحياء والطب من البروتوكول الإضافي الصريح محرِّماً الاستنساخ البشري بدءً من 12 كانون الثاني/ يناير عام 1998. وفي الولايات المتحدة، أوصى (National Bioethics Advisory Commission) الذي هو تقليدياً في مقدمة التطورات التقنية والذي يشرف عليه الرئيس كلينتون، بإصدار قرار رسمي حول الاستنساخ البشري وبوضع قانون فدرالي يحظر الاستنساخ لفترة ثلاث سنوات قابلة للتجديد عن طريق الكونغرس، وذلك للتمكن من إعادة تقييم الخطر تبعاً لوضع العلم. ومع ذلك لم يهدأ الجدال بوضع بضع حواجز وتسويات قضائية لن تقاوم بكل الأحوال تقدم التقنيات وبخاصة تباين القوانين وأحكام القضاء. إن أشكال الاقصاء والقرارات الرسمية الأخرى لا تستمر زمنياً. فقرار أزيلومار (Azilomar) عام 1975 الذي حدّ مؤقتاً من استغلال البكتيريا المعدّلة وراثياً يبدو بعيداً جداً. وهو على أي حال لم يستمر أكثر من عام! إن الحواجز الأخلاقية والقانونية هي أيضاً ذات صفة مؤقتة. في فرنسا، حاولت «اللجنة القومية للأخلاق» أن تجلب الحلول السريعة والنصح للحكام عند حدوث مشاكل جديدة فجأة. بيد أن أحد الانتقادات الهامة المناوئة لتلك القرارات هو نزوع تلك اللجنة إلى السماح بتوطين التقنيات الجديدة، قبل أن يقبل بها فعلياً المجتمع بشكل نهائي. ووراء تلك الانتقادات المحتّمة، تقوم «اللجنة القومية للأخلاق» في فرنسا بدور كبير في آن واحد بتشكيل بؤرة تفكير منفتحة وواسعة الانتشار، ومن جهة أخرى بالقيام، وذلك عبر آرائها، بعمل معياري لا غنى عنه.

إن القوانين الأخلاقية الأحيائية المذكورة هي حالة مدرسية لإعاقة الإجابات القانونية: إن القوانين تسعى وراء التقدم دون أن تلحق به مطلقاً. وإن إعداد القانون وتطبيقه بطيئان إلى حد مفرط، مقابل علم في أوج فورانه. إن النظام التشريعي لا يمكن أن يعمل بشكل صحيح إلا بالرجوع إلى الوراء وبتوفر الوقت الضروري للتفكير. وإن آراء المشرّعين ينبغي أن تتشكل قبل التواجه في النقاش. وهكذا، فإن التفكير يسبق بالضرورة تشكيل الرأي، الأمر الذي لا يمكن بأي حال أن يحدث مع الإستعجال والتماس الوقت. من جهة أخرى، فإن هناك بعض العوامل الخارجية التي تثقل النظام: امتلاء الماكينة التشريعية، والتثاقل الإداري، والتأثيرات المتعارضة للآراء العامة المتقلبة، والضغوطات المضادة لجماعات التأثير... إن تلك القوانين التي تم التصويت عليها عام 1994، وبشق الأنفس أعلنت عنها الماكينة الإدارية، كان لا بد من مراجعتها وتعديلها بعد خمس سنوات من «الاستخدام». لكن مراجعتها استغرقت أكثر من خمس سنوات تأخير. ونتج عن ذلك أن الاستنساخ البشري، الذي برز بشكل كامن عام 1997، لم يتم حظره رسمياً إلا مع صدور القانون المعدّل في الجريدة الرسمية في 6 آب/ أغسطس عام 2004. وعلى العكس من ذلك، فإن تقنيات استخدام الخلايا الناشئة عن أجنة بشرية مجمّدة وانصرف عنها موجدوها، بقيت ملجومة بصرامة لمدة خمس سنوات من ذلك، في حين كانت (ولاتزال) الوعود العلاجية لتلك الخلايا هائلة. لكن تأخر مراجعة القوانين الأخلاقية الأحيائية أتاح، خلال التوليفة، رؤية تضمين عناصر جديدة أثناء القراءة الأولى في مجلس الشيوخ في كانون الثاني/ يناير عام 2003، مثل إستحداث جريمة ضد النوع البشري التي أصبحت تميز الاستنساخ المولّد (مثل جريمة تحسين النسل). تلك الجريمة ذات النمط الجديد يعاقب عليها بعقوبة يمكن أن تصل إلى عشرين عاماً من السجن مع الأشغال

الشاقة بالنسبة للباحثين والعاملين والمنظّمين المدانين بالاستنساخ المولّد. تلك الجريمة ضد النوع الإنساني لها آجال حق التقادم من ثلاثين سنة بدءاً من سن رشد الشخص المستنسخ، ويستفيد من بعد الحصانة السياسية. وينجم عن ذلك أن فاعلي الاستنساخ المولّد الذين ارتكبوا جريمتهم في الخارج (كما هو حال الرائيليين) يمكن أن يلاحقوا لأكثر من ثمان وأربعين عامابعد عملهم الاجرامي.

وعائق إضافي هو ثقل نزاعات النفوذ وجماعات الضغط التي تلقي بثقلها على صنّاع القرار. إن المشرّع (والذي كفاءته ليست تقنية) ينتهي به الأمر إلى أن يضمن أصغر قاسم مشترك بين آراء الخبراء وآراء الخبراء المغايرة في ذلك الميدان (غالباً المخفّضين إلى الحد الأدنى عند المبدأ التحفظي) وبين جماعات الضغط القوية في صناعات التقنية الأحيائية التي يخضع لها. وآخر إعاقة تميز الرد التشريعي هي طابعه المحصور بالمجال القومي (بالرغم من أن الإدخال الحديث لمفهوم الجريمة ضد النوع البشري قد خفف تلك النقطة الأخيرة). وتتابين الآراء فيما وراء الحدود. فبعد المفاجأة التي أحدثتها دوللي، حظر «المجلس الأوروبي» (عضو استشاري) مبدأ تطبيق الاستنساخ المولّد على الإنسان عام 1999. لكن ذلك الحظرالأخلاقي سرعان ما تشتت مع إعلان بعض الدول الأعضاء بزعامة بريطانيا العظمى عدم الرغبة في كبح نظام بحثها.

وفي الولايات المتحدة، لم يكن الوضع أكثر وضوحاً من الناحية القانونية. وعلى الرغم من أن (National Bioethics Advisory Commission) كان قد طالب منذ عام 1997 بقرار رسمي حول الاستنساخ المولّد البشري وبالتصويت على قانون لإقصاء ذلك الاستنساخ، وذلك حينما جاءت إيف إلى العالم، فإن الاستنساخ المولّد لم يكن دائماً مستبعد قانونياً، وذلك لغياب قرار سياسي

اتّفاقي. في الواقع، إن ذلك القرار يثير توترات هائلة بين مناصري الدفاع عن الحريات الفردية (ومنها حرية القيام باستنساخ) من جهة ومن جهة أخرى بين الجماعات المناهضة للإجهاض والمحافظين المتشددين المتدينين. وبغياب قرار فيدرالي، فإن كل ولاية عليها أن تقرر بنفسها. ونجم عن ذلك أن سبع ولايات فقط من خمسين ولاية صوتت على قانون يقيد جزئياً أو كلياً الاستنساخ المولّد، إلى أن تم إقرار قانون حظر الاستنساخ (Cloning Prohibition Act) في شباط/ فبراير عام 2003 من جانب الكونغرس الأميركي الذي وضع حداً قانونياً للاستنساخ المولّد.

وعلى الصعيد الدولي، فإن فرنسا وألمانيا كانتا في مقدمة الدول في مطالبتهما المشتركة في ربيع عام 2002 لمنظمة الأمم المتحدة بالدعوة إلى مؤتمر دولي. ولسوء الحظ، فإن الوضع الدولي في ذلك الوقت لم يكن ملائماً للوصول إلى مخرج سريع للقضية، والمؤتمر إلى هذا اليوم لم تتم برمجته. وعادت البلبلة مجدداً إلى منظمة الأمم المتحدة منذ تشرين الأول/ أكتوبر عام 2004 من أجل محاولة الحصول على إجماع بين مناصري الإقصاء الشامل للاستنساخ المولّد وبين أنصار الحرية المطلقة. مع ذلك، فإن النقاشات في كانون الأول/ ديسمبر عام 2004 لم تفض إلا إلى نداء للدول مخيّب للآمال في أن تتبنى تشريعاً منظّماً.

إن الإنسان يلعب لعبة خطرة مع طبيعة الكائن الحي، الذي فهم عدداً معيناً من قواعد عمله. وهو يتمنى بعد أن أخضع محيطه لتلك القواعد أن يستطيع تطبيقها على تكوّنه الخاص به. لكن ذلك يعني الرغبة في غض النظر عن الأخلاق، تلك الوحدة من القواعد الأساسية التي تفرض احترام الطبيعة البشرية، أو ربما ببساطة أكثر احترام الطبيعة. ومهما تكن المراحل اللاحقة في التحكم بتكوّن الحياة البشرية، فإن الاستنساخ المولّد البشري هو تقنية غير إنسانية بالتأكيد.

النقل النووي من أجل هدف علاجي: أي مستقبل في الطب البشري؟

وللمفارقة، قد تكون الرغبة في تحريم كلي ونهائي للاستنساخ، من وجهة ما، قبولاً بالاستغناء عن جزء من تقدم العلم. في الواقع، إن النتائج التي أحرزها فريق ويلموت وكامبل حملت على الحدس بإمكانية استخدام تلك التقنية في إعادة البرمجة الخلوية من أجل إنتاج خلايا جذعية تسمح بمعالجة بعض الأمراض المتأصلة العضالية. وفي عام 2004، تم نشر أول برهان تقني حول تطبيق تقنية إعادة البرمجة تلك على الإنسان[30]. تلك التقنية التي لاتزال تسمى بالاستنساخ العلاجي في وسائل الإعلام الكبرى، ينبغي على الأصح أن تسمى بالنقل النووي لهدف علاجي (وهي عبارة مستخدمة بشكل واسع حالياً في اللغة العلمية). ولا يتعلق الأمر هنا باستحداث تورية جديدة من أجل إخفاء دلالي لتقنية تستنكرها الأخلاق. إن المسألة ببساطة هي وصف أشد دقة، وبمأمن من التفلّت الإعلامي، تقنية قريبة من الاستنساخ ولكن تختلف اختلافاً جوهرياً بالمعنى الأخلاقي.

في الواقع، تلك التقنية لا تهدف في أي حال إلى ولادة فرد، وبالتالي إلى فرد مستنسخ. ومع ذلك، فإن الخلط بين التقنيتين متكرر الحدوث كثيراً: وهكذا، بعد القرار الذي اتخذه في 16 آب/ أغسطس عام 2000 مدير الصحة العامة البريطانية في السماح بإجراء أبحاث حول الاستنساخ العلاجي البشري، وضعت بشكل مبكر بعض الشيء صحيفة يومية شهيرة عنواناً كبيراً: العام الأول للاستنساخ البشري. إن العنوان يمثل بوضوح الالتباس الحاصل عادة بين الاستنساخ المولّد والنقل النووي لغرض علاجي. وهكذا، فإن

---

(30) Hwang, «Evidence of a Pluripotent Human Embryonic Stem Cell Line Derived from a Cloned Blastocyst».

النتائج التي نشرها الفريق الكوري عام 2004، تناولتها وسائل الإعلام على أنها نصر للاستنساخ البشري ـ وذلك حتى في الصحف الكبرى المعتادة على دقة أكبر في معالجة المعلومات العلمية ـ ألا ينبغي أن نرى هنا، وراء المظهر المغري للعنوان، حاجة وسائل الإعلام الكبرى لتبسيط رسائلها لتكون بمتناول أكبر عدد من الناس؟ مع ذلك فإن تحري دقة أكبر، ربما لن تضر أبداً بجاذبية المعلومات وقد تسمح بفهم المشاكل على نحو أكثر صفاء.

حينما يراقب العلم باحتراس، وحيث يبدو الاستنساخ لدى الجمهور العريض قضية طائفة منوّرة أو علماء شاذين، فإن المزج المصون ببراعة بين الاستنساخ المولّد والنقل النووي العلاجي هو ذو طبيعة تغري بردود فعل هي الأشد بعداً عن الرشد.

إن النقل النووي بغرض علاجي يهدف إلى إنتاج سلالات من الخلايا الجذعية (في اللغة الإنجليزية: خلايا (ES) اختصاراً لـ (Embryonic Stem Cells)) مميَّزة إلى حد ما، للتمكن من استبدال بعض الأعضاء العاجزة ومعالجة مرضى مصابين بأمراض خطيرة ومستعصية. إن ذلك الاختلاف الأول عن الاستنساخ المولّد هام جداً. إنه يوازن بين حماية حياة في خطر وبين تعديلات تؤثر بالتأكيد، تصدر عن تلاعب بذاك الذي من المناسب تسميته بـ «الجنين»، لكن ذلك التلاعب يشبه بشكل أكبر تلاعب إعادة البرمجة الوراثية الخلوية خارج الجسم الحي. إن تقدم المعارف والتقنية ربما سيسمحان بعد بضع سنوات بالاستغناء عن البويضة الأنثوية غير الناضجة وبالتالي باستحداث جنين. وفي هذه الحال، فإن الجدال الأخلاقي سيقفل تماماً. إن الأمر لا يتعلق إذاً بهذيان ما استيهامي يصدر عن عقل مضطرب يبحث عن شذرة خلود، ولا يتعلق حتى بحاجة إلى تخفيف عقم لا يمكن وصفه بشكل دقيق على أنه مرض.

إذاً، إن دوافع تلك الأبحاث ذات طبيعة أخرى تختلف عن مجرد الرغبة في إنتاج بضع أفراد استثنائيين، من أجل تلبية ظاهرة (موضة).

وعلى صعيد التورّطات العلمية والأخلاقية، فإن التقنية تختلف إلى حد بعيد (الشكل 11). إن المراحل الأولية هي نفسها: بضع خلايا من مريض ينتظرالعلاج، تتم زراعتها، ثم يتم إدخالها في بويضة أنثوية غير ناضجة عديمة النواة والتي تحفّز فيمابعد وتزرع حتى مرحلة البلاستوسيست (مائة خلية). وفي تلك المرحلة، تستعاد الخلايا الجذعية الجنينية ثم تزرع قبل أن تدخل مجدداً من أجل معالجة المريض الذي تم منه اقتطاع الخلايا. إن الجنين المستحدث هنا نتاج صنعي لمخبر بما أنه قد نشأ عن تلاعب وليس عن تخصيب. إنه يخضع لنمو خارج الجسم الحي في ظروف لا يمكن أن تشبّه بالحياة. وإنما الجنين فذلك لأن مجمل الظروف التي وفرها المجرّب تسمح للكل بالاحتفاظ بحالة ديناميكية حرارية خارج التوازن. إن الجنين مصون في حالة شبه حياة بفضل وسائل عالم الأحياء الاصطناعية. وإن الوسيلة الوحيدة في إعطاء الحياة مجدداً لتلك الخلايا قد تكون إعادة زرعها في رحم أم حاضنة. وبدءاً من تلك اللحظة، فإن الاعتداء على الجنين الذي ينمو هو اعتداء على حياة إنسانية. لكن خلال مجمل التلاعب، لايحدث الأمر على المنوال نفسه. وفي هذا المعنى، إن أخذنا ثانية مصطلحات هنري أتلان (Henri Atlan)، فإن النقل النووي لغرض علاجي يمكن تشبيهه تماماً بتلاعبات خلوية اصطناعية تحدث خارج الجسم الحي، يقول: «إن الخلية الحاصلة هي حادث مصطنع محض، إذ لا توجد في أي جزء من الطبيعة، في ما يخص الثدييات»[31].

(31) H. Atlan, «De La Biologie à l'éthique. 2. Le Clonage thérapeutique,» *Médecine sciences*, vol. 18 (2002), pp. 635-638.

في الواقع، خلال تلك التلاعبات البارعة، لم يكن هنالك تخصيب بشكل واضح. إن كان التعريف التقليدي لبداية كل حياة هو تخصيب بويضة بنطفة (على الأقل بالنسبة إلى الفقاريات من أجل تكاثر شقّي حصري)، فإن التلاعبات خارج الجسم الحي لنواة الخلية تلك المميّزة المدخلة بالتحطيم في بويضة أنثوية غير ناضجة عديمة النواة ليس لها صلة بخيمياء التكاثر. إن الأمر يتعلق ببساطة بتقنية علم أحياء خلوي من طبقة رفيعة يهدف إلى إعادة برمجة نواة. من جهة أخرى، فإن آليات ومجازفات التقنية تفضي تلقائياً إلى انكماش الجنين الذي ينمو. ويقوم التدخل الوحيد آنذاك على استعادة الخلايا المتعددة الفعالية المنتجة من أجل استخدام علاجي. ولم تكن توجد في نهاية الأمر إلا تلاعبات اصطناعية خارج الجسم الحي للخلايا لكي يحدث انكماش نواة مميَّزة على منوال الفعالية المتعددة. وفي هذا المعنى من الضروري فصل النقل النووي بغرض علاجي عن الاستنساخ المولِّد، بما أن الهدف في الحالة الأولى، ليس بالضبط إنتاج جنين حي وإنما التلاعب البارع بالخلايا.

إن حجج المعارضين لتجارب النقل النووي لغرض علاجي لدى الإنسان ليست واهية. يوجد في الواقع أخطار محتملة في تطوير تلك التقنية. وأول حجة هامة هي أن كل تقدم في التحكم بتلك التقنية سيسهل عمل «المستنسخين ـ المولّدين». في الواقع، إن التقنيتين متماثلتين في المراحل المبكرة، فمحاولة القيام بتقدم إحداهما دون مساعدة جوهرية من الأخرى هو أمر مستحيل. وإن تلك الحجة توشك أن تنهار بما أنه مع ولادة إيف أو ولادة أطفال آخرين أعلن عنهم سيفيرينو أنتينوري، فإن التاريخ يمكن أن يدحض تماماً ذلك الخطر. إن أنصار علم تستعبده إرادة خلق الكون يمكن أن يصلوا إلى استنساخ مولّد دون مساعدة علم عقلاني لا يتقدم إلا بخطوات محسوبة. إن الحجة الثانية هي أن تلك التقنية تستلزم أيضاً استخدام بويضة أنثوية

غير ناضجة. وللحصول على تلك المادة النادرة، يتوجب على شابات في عمر الانجاب القبول بإعطاء بويضاتهم الأنثوية بعد تحريض على إباضة إضافية. وتلك تستلزم القيام بمعالجة هرمونية يمكن أن يكون تقبلها سيء، ويعقب تلك المعالجة بزل تصوير سمعي تخطيطي ثانوي: إن تلك المعالجات لا يمكن أن تحدث دون أن تسبب ضرراً. أيضاً إن أفضى النقل النووي لغرض علاجي إلى توقعات علاجية هامة، فسيكون لا محالة استحداث لسوق محتمل بين العارضات والطالبين. إن الظروف ستكون متوافقة آنذاك في الدول التي تسمى غنية، لكي «يغري» مالياً طالبو البحث عن بويضات أنثوية، شابات منخفضات الدخل، أو نساء ينحدرن من دول متخلفة بواسطة الشبكات. ومما لا جدال فيه أنه يوجد بشكل محتمل، في ما يخص تلك النقطة، موضوع استحداث شبكة استغلال للشابات، شبكة استخدام تلك التقنية كوسيلة. والأمر يتعلق هنا في النهاية بالعقبة الأخلاقية الوحيدة الهامة بالنسبة إلى تطوير تلك التقنية.

وإن العديد من الفرق تعمل لتطوير تلك التقنية وذلك على نماذج حيوانية على أمل التمكن لاحقاً من شفاء أمراض مزمنة خطيرة لدى الإنسان. في نيسان/ أبريل عام 2001، تناول مقال علمي إمكانية إنتاج خلايا جذعية جنينية لدى الفئران انطلاقاً من بلاستوسيست ناشئة عن نقل نووي لخلية ناضجة[32]. بيد أن الأبحاث المنشورة في وقت قريب جداً أشارت إلى وجود عقبة تقنية أكثر أهمية مما هو متوقع[33]. إن

(32) T. Wakayama [et al.], «Differentiation of Embryonic Stem Cell Lines Generated from Adult Somatic Cells by Nuclear Transfer,» *Science*, vol. 292 (2001), pp. 740-743.

(33) W. M. Rideou [et al.], «Correction of a Genetic Defect by Nuclear Transplantation and Combined Cell and Gene Therapy.» *Cell*, vol. 109 (2002), pp. 17-27.

تلك الاستراتيجية يمكن تحقيقها تقنياً عند الفأر في نموذج معالجة النقص مناعي، لكن وعلى نحو مثير للدهشة كثيراً، اتضح أن خلايا الفئران المعالجة والمستنسخة ترفضها خلايا الفئران «المريضة». إن الآليات التي توجه تلك التعديلات ليست موضّحة بجلاء، في حين تم نشر نتائج مناقضة في ما يخص الماشية(34). ولاتزال توجد عدد من النقاط التي لابد من فهمها بشكل جيد قبل التمكن من الانتقال إلى التطبيق على الإنسان. مع ذلك، فإن الحصول على أول سلالة من الخلايا الجذعية الناشئة عن استنساخ يمثل في حد ذاته نجاحاً كبيراً. وقد أقرّت في فرنسا «اللجنة الاستشارية القومية للأخلاق»، وعلى الرغم من الانقسام العميق حول الموضوع، بأن غالبية أعضائها يشجعون السماح المؤطّر بتلك التقنية وذلك في مشورة صدرت عام 2001 (والمتعلقة بتدقيق مسودة مراجعة قوانين عام 1994).

لكن في فرنسا نجد أن الاستنساخ العلاجي أقصته بوضوح القوانين الأخيرة للأخلاق الأحيائية المنشورة عام 2004 تحت طائلة سبع سنوات من السجن مع الأشغال الشاقة. والأمر ليس فيه مفاجأة ما، لأن مختلف التقارير السابقة للقانون مثل تقرير «مجلس الدولة»، أو تقرير «المكتب البرلماني للخيارات التقنية» إما أنها لم تشر إليه، وإما أنها استبعدته نهائياً. إضافة إلى ذلك، فإن مختلف مواضيع النص المعدّلة خلال التحضير لم تتفاوت أبداً حول تلك النقطة. والقانون مع ذلك هو عرضة للتطور. حيث أن نسخة عام 1994 أدخلت تحسينات مثل إلغاء الاحتفاظ الدائم بالأجنة الناشئة عن الانجاب الطبي (PMA)، وترافقت نسخة عام 2004 بتخفيف كبير لحدود البحث حول الخلايا الجذعية الجنينية. ومن جهة أخرى، فإن

(34) Robert P. Lanza [et al.], «Generation of Histocompatible Tissues Using Nuclear Transplantation,» *Nature Biotechnology*, vol. 20 (2002), pp. 689-696.

المشرّع الحصيف حافظ على مراجعة على مدى خمس سنوات. وينبغي الإشارة إلى أن ذلك الحظر يتساوق مع حالة مبدأ المشرّع في الامتناع عن استحداث جنين من أجل غايات البحث. إن كل الجدال قائم لمعرفة إن كان جنين مخلوق بغياب التخصيب هو فعلاً جنين أم نتاج صنعي لتلاعب أثناء إعادة برمجة وراثية عبر النقل النووي.

الخلايا الجذعية البشرية ذات الأصل الجنيني

إن الحدث الأخير الذي سنحلله بشكل أكثر تعمقاً هو استخدام الخلايا الجذعية الجنينية البشرية في المداواة. وإن كان اكتشاف الخلايا الجذعية الجنينية لدى الفأرة قد حدث في الثمانينات [35] من القرن الماضي، فإنه في عام 1995 تم عزل أوائل الخلايا الجذعية الجنينية للرئيسات[36]. وبعد أقل من ثلاث سنوات، فإن الفريق نفسه عزل خلايا جذعية جنينية بشرية فاتحاً الطريق أمام توقعات علاجية بالغة الأهمية ومثيراً مسائل أخلاقية[37] لا تقل عنها أهمية. وكما بالنسبة إلى الاستنساخ العلاجي، فإن المقصود هو إيجاد خلايا تمتلك قدرات تحثّ على ترميم جسد أضرّ به المرض أو الشيخوخة السابقة لأوانها (الشكل 12). وهنا أيضاً، مسألة وضع الجنين، التي ما فتئت معلّقة، هي أشبه بثغرة في التقنية الجديدة. لكن التفكير التقني يتجاوز إلى حد كبير تطور التفكير الأخلاقي، ويجد الإنسان

---

(35) M. J. Evans and M. H. Kaufman, «Establishment in Culture of Pluripotential Cells from Mouse Embryos,» Nature, vol. 292 (1981), pp. 154-156.

(36) J. A. Thomson [et al.], «Isolation of a Primate Embryonic Stem Cell Line,» *Proceedings of the National Academy of the United States of America*, vol. 92 (1995), pp. 7844 -7848.

(37) J. A. Thomson [et al.], «Embryonic Stem Cell Lines Derived from Human Blastocysts,» *Science*, vol. 282 (1998), pp. 1145-1147.

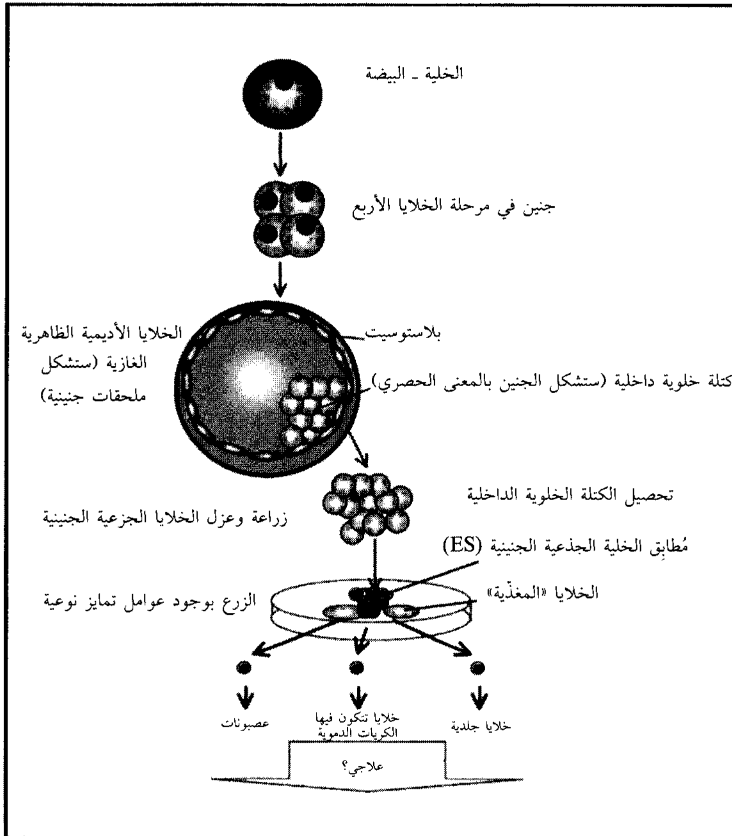
نفسه مع وسائل لم يعد يعرف ماذا يفعل بها. ومرة ثانية، فإن الإجابات القانونية التي تردّ على تلك التساؤلات، تتفاوت كثيراً من بلد إلى آخر، من الإقصاء الكلي إلى السماح الجزئي أوالكلي.

إن التقنية التي نشرها عام 1998 جيمس طومسون بسيطة نسبياً: لقد عزل الباحثون الخلايا الجذعية الجنينية ذات الوسع الشامل. إن الأمر يتعلق إذاً بخلايا جذعية قادرة على أن تحرّض في أي أسلوب تمايز. وإضافة إلى ذلك، فإن الخيار بين هذين الأسلوبين يمكن أن يحدده المجرّب. وخلف تلاعب الباحث العالم في علم الأحياء الخلوية ذاك بالكاد تختفي إرادة خلق اصطناعي لأعضاء احتياطية. والمقصود هنا أيضاً إنتاج أعضاء أو سلالات خلوية يمكن استخدامها في حالات القصور التي تشاهد خلال أمراض كثيرة: مرض السكري، القصور الكلوي، الأمراض الكبدية، الأمراض القلبية... إن المشكلة لا تكمن في تحقيق تلك السلالات التي يمكن أن تكون عظيمة الفائدة للطب، بقدر ما تكمن في منشأ خلايا ذات وسع شامل.

إن تلك الخلايا البشرية تأتي من أجنة بشرية تحصّل من أجل غايات البحث انطلاقاً من نتاجات إيقاف الحمل أو التخصيب في المختبر، وتحفظ مجلّدة، وبالنسبة إليها لم يعد يوجد مشروع يتعلق بالقرابة. إن المسألة المطروحة باستمرار هي مسألة تعريف الإنسان، وتعريف حياته، وأخيراً تعريف تكوّن الحياة البشرية. هل الجنين هو إنسان أم منتج جانبي للنوع لا يتمتع بوضع قانوني ولا بحماية أخلاقية؟ هل يمكن العمل بحرية على الأجنة، وتفكيكها من أجل زراعة مختلف الخلايا الجذعية؟ إن النقاش مفتوح إلى أقصى حد.

وماذا بشأن المكاسب التي تطلقها مختلف الشركات التقنية المتورطة في تلك الأبحاث المربحة؟ هل هدفها نزيه إلى حد أنه يستأهل التخلي عن الأجنة المكرّسة للتضحية على المذبح التقني؟ منذ زمن بعيد، استخدمت الخلايا الجنينية البشرية في الصناعة، من

أجل التشخيص، والتحضير للقاح، ولدراسة الفيروسات. كان الأمر يتعلق حتى الوقت الحاضر بخلايا مميزة، تختلف قليلاً جداً عن السلالات البشرية الناشئة عن أنسجة بالغين ومخلّدة، لكن ومنذ زمن قريب، انصب الاهتمام على الخلايا الجذعية. إن ميزتها كخلايا شاملة الوسع أعطاها بعداً آخر. إن شمولية الوسع قرّبها من الخلية ـ البيضة، خلية هي أصل الفرد، الخلية ـ الفرد. وحول تلك النقطة وجدت التقنية نفسها في قلب جدال قديم لكنه بارز على الدوام.



الشكل 12: استحداث الخلايا الجذعية الجنينية.

ما هي وجهات النظر التي تتناول الخلايا الجنينية؟ منذ بضع عشرات من السنين، أفضت تقنيات الإنجاب المساعد طبياً (وتعرف عادة بالتسمية المختصرة (PMA)) إلى إفراط في إنتاج العديد من الخلايا ـ البيوض الجنينية، والتي لا يتم إعادة إدخالها كلها في الرحم من أجل التعشيش، خشية حصول عدة حالات حمل مخطرة. وهكذا فإن مراكز (PMA) تكدّس وتجمّد العديد من الأجنة، التي هي كائنات بشرية محتملة تم حفظها مبرّدة في الآزوت السائل. وإن السؤال الذي يطرح نفسه هو معرفة ماذا نفعل بتلك الخلايا وكيف ننظر إليها؟ هل هي جنين ـ كائن إنساني؟ لم إذاً هذا النموذج من المصادرة غيراللائقة لكائنات لاترغب إلا في أن تظهر إلى حيز الوجود؟ جنين ـ خلايا بسيطة؟ من الممكن إذاً زراعتها خارج الجسم الحي وذلك تلبية لرغبة ولتصنع منها مادة تجربة مثالية: جنين- نتاج أحيائي بسيط؟ لم يعد يوجد إذاً حالات حياة يحصل عليها إلا من أجل مجرد مادة أولية يمكن استخدامها لغايات تجارية.

وقبل التطرق لمختلف النقاشات حول الجنين ووضعه، من المهم أن نذكر بالطريق الطويل الذي ينطلق من التخصيب، لحظة فريدة ومهيبة تشهد اندماج خليتين جنسيتين مميّزتين، مشيجين. إن تلك اللحظة فريدة، لأنها تحث على كسر التماثل بين السابق واللاحق، إنها توجه سهم الزمن بحسب تعبير بريغوجين. وقبل تلك اللحظة، لا توجد إلا بويضة، وملايين من النطف، خلايا تناسلية حياتها قصيرة مع غياب اللقاء المنقذ. وما إن يتم تخصيب البويضة بالنطفة، حتى تصبح خلية- بيضة بعد اندماج النواتين. إن التخصيب ينتج إذاً خلية فريدة: الخلية- البيضة ذات الامكانيات العجيبة والتي انقساماتها ستعطي كائناً بشرياً جديداً مكوّناً من مليارات الخلايا. إن مخطّط ونضج الفرد المقبل ليسا بالتأكيد فوريين: إنهما يستغرقا تسعة أشهر لدى الجنس البشري. والكائن

المقبل المحمول به يستحق تماماً صفة الجديد.

إن الأمر لا يتعلق بالأب ولا بالأم، وإنما بشخص ثالث سيعرف سريعاً كيف يثبت ذاته. لكن في غضون ذلك، على الخلية الأصلية أن تنقسم إلى اثنتين، فأربع، فثمان خلايا، ثم تشكل كتلة صغيرة على شكل ثمرة التوت، أو التوتية. وفي هذه المرحلة، وبعد أربعة عشر يوماً من الحرية في المسالك التناسلية للأم، وقناة فالوب والرحم، سيتمكن الجنين من السكن، والتعشيش في أعمق أعماق الرحم ليتمكن من النمو. وبدءاً من تلك اللحظة، سينتج الجنين نموذجين كبيرين من الخلايا: خلايا جنينية على وجه الدقة (أكثر بقليل من نصف المجموعة) ستشكل بنية الفرد الجديد، وخلايا من أجل مصير مؤقت، والتي ستشكل الملحقات. إن الملحقات ليست أبداً شيئاً ثانوياً، على عكس ما قد توحي به تسميتها، إذ يقصد بها جميع بنى التبادل بين الطفل والأم. ودون ملحقات، لا يوجد بقاء ممكن داخل الرحم.

مع ذلك، فإنه سيتم طردها عند الولادة داخل بنية معقدة تسمى المشيمة. وبين التوتية والمولود الجديد ثغرة تفصل بين الكائنيْن اللذين ماهما إلا كائن واحد. وكثير من الأحداث ينبغي أن يتم «ضبطها» بدقة كبيرة: تكوّن العصبية في الأسبوع الثالث، تكوّن القلب في الأسبوع الرابع. وفي الأسبوع السادس يكون للمضغة رأس ضخم، وأربعة براعم أعضاء، وخطم كبير... وعقب تشكل العينين، يتشكل الجهاز البولي، والتمايز الجنسي، وتتشكل العظام. وفي الأسبوع العاشر، تصبح المضغة جنيناً، ويمتلك الصغير القادم جميع أعضاء الإنسان، ولم يعد يتبقى عليه إلا تشذيبها، وتحريض نضجها، وإعدادها للمستقبل المضطرب لحياة خارج الرحم، ليخرج جاهزاً لمواجهة «الحياة». لقد بدأ تكوّن الكائن الحي خلال التخلّق يصبح

مفهوماً بشكل أفضل، ذلك التكون الذي كان غامضاً جداً حتى وقت قريب.

إن أوجه تقدم هامة كشفت عن بعض الآليات الأساسية في تكون الفرد. وبشكل خاص، هناك مفهومان وفّرا فهماً أفضل للتخلّق: الأبوبتوز ومورثات النمو. إن الأبوبتوز هي آلية الموت الخلوي المبرمج الذي تحث عليه إشارات داخلية أو خارجة وتفضي إلى تلاشي صامت للخلية. إن مورثات النمو هي مورثات تفيد بروتيناتها في تنظيم النمو الجنيني. وإن تلك الظاهرتان تتمفصلان مثل إزميل النحات وبراية النحت الابتدائي. إن الجنين، الناشئ عن خلية- بيضة، سيملي على نفسه برنامج بناء البالغ. وإن انقسام الخلايا دون تنظيم قد يفضي في بضع تولّدات إلى عدد لا يحصى من الخلايا.

في الواقع، إن الخلايا تنقسم، وتتمايز، وتتصل فيما بينها وتنظم برامج ـ انتحارية تؤدي إلى موت مبرمج للخلية أو كما يسمى بالأبوبتوز. وإن ذلك الموت الخلوي خصوصي. إن الجوار لا يزعجه انفجار مهلك من السيتوبلازما أو من الحطام. إن الخلية التي تتعرض للأبوبتوز تهضم ذاتها، وتحدث تجويفاً في ذاتها وذلك بتحكم آليات معقدة أصبحت معروفة أكثر فأكثر، ثم تتلاشى كما ينبغي في العدم. إن آليات الأبوبتوز تلك تستخدم بنشاط من أجل نحت الفرد بأزاميل مورثات النمو. وإن براية النحت يستبعدها بالضبط الأبوبتوز أو الموت الخلوي المبَرمَج. إن مورثات النمو أشبه بأيدي فنان يمسك الإزميل والمطرقة، وينحت المادة الخام. والتنشيط المتسلسل لمجموعات المورثات تلك يسمح لكل خلية بأن تعرف «موقعها الدقيق» في الفرد. وهكذا فإن مورثات عديدة تحرّض في تسلسل، ليس فقط في المكان وإنما أيضاً في الزمان. وينجم عن ذلك تنشيط متسلسل يعطي مؤشرات تتوضح أكثر فاكثر حول موقع الخلية. من

جهة أخرى، فإن تلك المعلومات المكانية تدمج مع سيرورات التمايز، الأمر الذي يتيح نمواً متناغماً للفرد. وإن تلك المورثات، مثلها مثل إزميل يتحكم به فنان، توفر نقشاً للجنين بحسب مخطط وإيحاء المجين. وهكذا تصبح صورة التمثال المنحوت قريبة جداً من واقع بناء الفرد. إن عدداً من الخلايا ليس لها إلا حياة مؤقتة، ويستأصلها التحريض الهادئ على موتها المبرمج والمتحكم به.

إن الجنين يبوح تدريجياً بأسراره، عبر تقنيات جديدة تقتحم ذلك العالم الذي كان منعزلاً. لكن ذلك الدخول بالقوة للتقنية يثير إعصاراً حقيقياً أخلاقياً أحيائياً يكنس كل عقلانية. ويذكّر جورجن هابرماس بأن مفهوم الجنين والحياة نبع خلافات لا ينضب، فيقول: «(. . .) إن الفرضيات المتعلقة بعلم الوجود الأساسية للمذهب الطبيعي العلمي، والتي انطلاقاً منها تفرض الولادة نفسها كانقطاع ملائم، ليست بأي حال أكثر تفاهة ولا أكثر «علمية» من النظريات الثانوية، الميتافيزيقية أو الدينية، التي تؤدي إلى نتيجة متضادة. ومن الجانبين يلتمس أمر مفاده أن في كل محاولة تهدف إلى ترسيخ انقطاع ملائم من وجهة نظر أخلاقية (. . .) يبقى معلَقاً جزء اعتباطي ذلك لأن الحياة، المرهفة أولاً والشخصية من ثم، تتطور بدءاً من أصولها العضوية باستمرارية كبيرة»[38].

إن الجدال الأخلاقي الذي حدث أمام التمثيل الدولي عام 1994، أثناء مناقشات حول مشروع قانون يتعلق بالأخلاق الأحيائية، لم يخذل ملاحظة هابرماس: ما هو الجنين، هل يتمتع الجنين بالحياة منذ اندماج المشيجين، أم يثب إلى الحياة عند الولادة؟ وهنالك ثلاثة تصورات متقابلة: إن التصور الأول يجعل من الجنين

---

(38) Habermas, *L'Avenir de la nature humaine: Vers un Eugénisme libéral?.*

كائناً إنسانياً في كليته. ينبغي إذاً حمايته طبقاً لمبادئ حقوق الإنسان وحقوق الحياة المقدسة. وإن وجهة النظر تلك هي التي تدافع عنها بشكل خاص الديانات التوحيدية الكبرى، وتدافع عنها بشكل أكثر تميّزاً في فرنسا الكنيسة الكاثوليكية. وعلى النقيض، فإن وجهة النظر الثانية تعتبر الجنين كومة خلايا غير مميّزة (على الأقل في المراحل المبكرة من تطوره).

وينتشر ذلك التصور البراغماتي انتشاراً واسعاً في البلاد الأنجلو ساكسونية. ويعود ذلك التصور بشكل خاص إلى مفهوم ما قبل الجنين الذي عرفه القانون البريطاني في الأول من تشرين الثاني/ نوفمبر عام 1990، الذي يشكل حالة خاصة ما بين اليوم الأول واليوم الخامس عشر اللذان يعقبان التخصيب. إن ذلك الوضع المنتقص للكائن البشري، الذي يبيح كل التلاعبات خلال تلك الفترة المتوسطة، هو وضع شبه سفسطائي. إن أجنة اليوم الرابع عشر والخامس عشر قد لا تتمتع بالامكانيات نفسها ولا بالوضع نفسه. أما التصور الأخير فهو حل وسط ما بين الحافّتين. إنه يجعل من الجنين كائناً بشرياً محتملاً، في طور الظهور إلى حيز الوجود، والذي يستفيد من احترام كرامته. إن ذلك الجنين يمكن أن يكون هدف تدخل، مع كامل الاعتدال الملازم لاحترام الشخص. وإن وجهة النظر تلك هي وجهة نظر «اللجنة الاستشارية القومية للأخلاق» التي أعلنت عن رأييها في 22 أيار/ مايو عام 1984 وفي 15 كانون الأول/ ديسمبر عام 1986.

وذلك الرأي الأخير أعلن بوضوح أن: «على الرغم من معارضة بعض أعضاء اللجنة، فإنها ترى أنه لا يمكن بشكل قبلي إقصاء كل بحث حول الجنين في المختبر، ولا حظر هبة الأجنة الزائدة عن تلك الغاية». لقد ظلّ المشرّع الفرنسي في عام 1994 في نهاية الأمر

دون توصيات لجنة الأخلاق (لم يكن الإجماع فيها سائداً). إن أول تعريف، مع أنه جيد جداً في المبدأ، إلا أنه لم ينل القبول قانونياً، لأنه يتنافر مع القانون السابق حول الايقاف الإرادي للحمل. في الواقع، تكتسب الشخصية القانونية مع الولادة، على الرغم من أن بعض الحقوق (لاسيما الميراثية) يمكن تحصيلها بأثر رجعي.

كانت قوانين الأخلاقية الأحيائية لعام 1994 تميّز إذاً حالتين للجنين: الجنين المخصّب في الرحم الذي كان يحميه شبه تشريع يحظر كل استثمار تجاري أو دون ربح للجنين، والجنين المخصّب في المختبر والذي مشكلته لم تحل تماماً، فهو في آن واحد شبه مقدّس من جانب حظر استخدامه لغايات البحث، ولكن من الممكن أيضاً التخلص منه بعد خمس سنوات من التجميد. وإن إعطاء تشريع لجنين في الرحم كان ممكناً، لأنه مخالف للقانون حول الإيقاف الإرادي للحمل الذي يقرّ للأم التي هي في محنة بالأولوية على الجنين الذي ينمو. إن الجنين في الرحم إذاً أصبح شخصية محتملة.

وعلى النحو ذاته، إن كان الاحتفاظ إلى الأبد بالأجنة في المختبر يدرك على أنه غير إنساني ومستحيل، فإن إتلافها بعد خمس سنوات كان مسموحاً به باسم مبدأ الإنسانية، لكن استخدامها المحتمل في بروتوكول البحث كان محظوراً باسم رفض المبدأ النفعي. كان لا بد للمشرّعين إذاً أن يبحروا بين عقبات كثيرة ليعترفوا أخيراً وفي آن واحد بشبه شخصية للجنين، ولكن عليهم أيضاً أن يتكهّنوا باستثناءات مؤطّرة كثيراً لشبه التشريع ذاك. وكما هو الغالب فيما يخصّ التشريع الأخلاقي الأحيائي، فإن الارتباك كان ملموساً. إن غلبة الكائن البشري مؤكّدة في المقدمة، ثم لاحقاً يصبح موضوع استثناءات تنتهي إلى التخفيف من قوة القاعدة. وأخيراً فإن القوانين الأخلاقية الأحيائية لعام 1994 حظرت بوضوح، تحت طائلة تجريم

باهظ، العمل العلمي في تطوير الخلايا الجذعية الجنينية البشرية. ومنذ عام 1994، تغيرت المعطيات العلمية، حيث أن نقاشاً طويلاً جرى قبل إعادة تقييمها بعد خمس سنوات من التأخير. حتى وإن كان ذلك التأخير مكلف بمصطلحات الأداء العلمي لفرق البحث التي تم لجمها طويلاً في فرنسا، إلا أنه سمح عبر تعددية الآراء بتطوير المسألة بشكل اتفاقي.

وفي عام 1997، أعلنت اللجنة الاستشارية القومية للأخلاق عن رأي فيه تطور واضح بالنسبة إلى الرأي الذي أعلنته عام 1986، مقترحة فيه السماح باستخدام الجنين دون مشروع أبوي صادر عن هبة من الزوجين (مع مراعاة كل أوجه الحيطة في الاستخدام) من أجل أعمال البحث حول الخلايا الجذعية الجنينية. وينبغي الإشارة إلى أنه في عام 1997، كما في عام 1986، لم يكن الاجماع كلياً وسط اللجنة القومية للأخلاق (قدّمت آراء فردية معارضة لذلك الاستخدام للجنين، وذلك في ملاحق).

وفي عام 1998، قامت سلفاً اللجنة القومية للأخلاق مجدداً بإعادة تقييم القوانين الأخلاقية الأحيائية الأولى مؤكدة على توصياتها الصادرة عام 1997. فيمابعد كان على «مجلس الدولة» عام 1999 أن يعلن عن موقفه في تقرير طويل لرئيس الوزراء حول إعادة تقييم تلك القوانين. وقد أوضح آنذاك ما يلي: «(...) ينزع النقاش حول الجنين إلى أن يثار أكثر فأكثر بعبارات البحث عن توازن صحيح بين مبدأين أخلاقيين جوهريين: احترام الحياة منذ بدايتها وحق أولئك الذين يعانون ليروا جماعة تشرع في أبحاث فعالة أكثر ما يمكن، من أجل مكافحة أمراضهم». واقترح المجلس آنذاك بشكل واضح على رئيس الوزراء تعديل القانون والسماح بالبحث حول الخلايا الجذعية الجنينية. ثم وفي عام 2001، جرى الاستماع ثانية للجنة الأخلاق

الاستشارية القومية بخصوص مسودة قانون يؤكد استحسانه لتخفيف القانون.

إن حواجز عام 1994 التي انفرجت قليلاً بين الفترتين بفضل مرسوم مخفّف في نيسان/ أبريل عام 2002 تم رفعها أخيراً بشكل نهائي مع الإقرار الحاسم لتلك القوانين الصادرة في آب/ أغسطس عام 2002.

في عام 1994، وعلاوة على التصويت على القوانين الأخلاقية الأحيائية في فرنسا، فإن جهداً هاماً بذل في المجموعة الأوروبية استهدف تأسيس «الميثاق الأوروبي للأخلاق الأحيائية». وقد اشترطت المادة 18 منه ما يلي: «حينما يوافق القانون على البحث في الأجنة في المختبر، فإن ذلك القانون يضمن حماية ملائمة للجنين، إن تكوين الأجنة البشرية من أجل أهداف البحث أمر محظور». وإلى جانب التأكيد المشترك الصارم الذي صاغه الميثاق، فقد كانت التشريعات الوطنية في الواقع، أكثر تنافراً بكثير مما كان يبدو عليه.

لقد بحث الجنين يائساً عن قانون موحّد. وقد اعترفت مجموعة الأخلاق في «اللجنة الأوروبية» قائلة: «إن تنوع وجهات النظر بالنسبة إلى الصفة المقبولة أوغير المقبولة أخلاقياً للبحث في الأجنة البشرية في المختبر يعبر عن التفاوتات بين المبادئ الأخلاقية، والتصورات الفلسفية، والموروث القومي. إن ذلك التنوع هو في صلب الثقافة الأوروبية نفسه». وفي هذا السياق، تميّزت إنجلترا بتشريعها الليّن بشكل خاص في ما يتعلق بالأبحاث حول الجنين أو السماح بتطبيق تقنيات النقل النووي على الإنسان لهدف علاجي منذ عام 2000. ومنذ عام 1994 بطلت شمولية الميثاق.

أما الولايات المتحدة فقد قدمت إجابة متناقضة بشكل خاص في هذا الخصوص، فهي لم تحظر شيئاً وذلك باسم مبدأ الحرية

المطلقة، لكنها رفضت تقديم العون المالي من الأموال العامة لذلك النمط من الأبحاث في عام 1994. وهكذا وبشكل طبيعي تماماً كانت الشركات الخاصة للتقنيات الأحيائية هي التي اندفعت نحو الفجوة. لكن (National Institutes of Health) (المؤسسات القومية للصحة) وقد شعرت بالندم أمام حجم الامكانيات التي يوفرها عزل أوائل الخلايا الجذعية الجنينية البشرية، قررت استئناف عملية السباق. وأعلن البروفسور هارولد فارموس في قرار صدر في 19 كانون الثاني/ يناير عام 1999، أنه أصبح بوسع الاعتمادات الفيدرالية تمويل أعمال البحوث حول الجنين البشري. وإن ذلك القرار الذي صدّقت عليه إدارة الرئيس بيل كلينتون عام 2000، قام بتعديله الرئيس جورج و. بوش. في الواقع، في 9 آب/ أغسطس عام 2001 وفي كلمة متلفزة من مربى ماشيته في مدينة كراوفورد في تكساس، أوضح بوش ارتباكه في السماح باستخدام الأموال العامة في تمويل أبحاث تستخدم أجنة مكرّسة للموت. وقرر أيضاً السماح بتمويل عام لكن فقط من أجل أبحاث تتناول سلالات خلايا جذعية موجودة سابقاً (بالنسبة لتلك الأبحاث فإن الفعل الجنحي تم اقترافه أخلاقياً). وإلى ذلك التاريخ، أحصت الدوائر الأميركية حوالي ستين سلالة.

وفي الواقع، اتضح أن مقداراً ضئيلاً من حوالي عشرين سلالة فقط يمكن أن تكون قابلة للاستخدام. وقد تلاشت بعض السلالات غير المستقرة زمنياً في حين أن إنتاجات أخرى بحسب معايير جودة غير مقبولة بعبارات المخاطر الصحية (زراعة مشتركة مع خلايا فأرية مغذية، وبوجود مصل عجل جنيني) كان لابد من التخلي عنها. لقد شكك في ذلك الخيار جون كيري، المنافس المتحدّي لجورج بوش في الانتخابات الرئاسية لعام 2004. لقد كان قرار جورج بوش مفاجئاً على عدة أصعدة. إما أن استخدام أجنة من أجل تطوير سلالات خلايا جذعية لابتداع شيء جديد هو أمر إجرامي ومن الضروري

حظره ولو على حساب ضرر محتمل للمرضى الحاملين لأمراض متنوعة مثل السكري، أو سداد نسيج القلب العضلي أو الأمراض التنكسية العصبية. لكن ذلك الحظر لا ينبغي أن يقلل من تمويل الأموال العامة. وإما أن استخدام الجنين ليس إجرامياً في شيء ولا يوجد أي سبب في حظر تمويل ذلك التطوير. وأخيراً، فإن السماح بتمويل استخدام سلالات منتجة في ظروف مستنكرة ليس بقرار أكثر أخلاقية نظراً إلى إداناته أو أخلاقياته. وذلك أشبه بالسماح على نحو متناقض، بإخفاء الأشياء المسروقة وحظر السرقة في حين أن كلا الفعلين مستنكر.

كيف ننظر بشكل موضوعي إلى ذلك الجنين؟ داخل الجسم الحي وخارجه، ما من شيء يسمح بالتمييز بينهما من حيث النوع: الخلية نفسها، المجين نفسه، إذاً وبشكل استنتاجي هنالك تطابق البنية. لكن، في الواقع، كيف نصف النظام الحي «الجنين»؟ إن الجنين المخصّب في الرحم سرعان ما سينشئ صلات قوية جداً مع أمه (أكثر من ثلاثين بالمائة من الخلايا الجنينية تتميّز إلى خلايا جرثومية غذائية، مخصّصة لإعطاء المشيمة، عضوالتبادل المؤقت، والذي لاغنى عنه للبقاء على قيد الحياة).

إن العلاقات معقدة ووثيقة. والجنين، وهوالمتعضية المعتمدة جسدياً على الأم، لا يمكن النظر إليه بشكل مجرد ومنفصل. إنه لايوجد إلا بفضل روابط أم ـ طفل، والكل غير قابل للانفصال. إنه الاقتران المؤقت بين الأم ـ الجنين الذي ينبغي اعتباره مالكاً لصفات الكائن الحي. في الواقع، إن الجنين المنعزل هو جنين غير قادر على البقاء خارج التوازن الديناميكي الحراري لفترة طويلة جداً. إنه سرعان ما يدركه التوازن، وإن النجاح في إعادة زرع الأجنة أثناء التخصيب في المختبر يتضاءل بسرعة بعد التخصيب: إن النظام الحي مكوّن من

الأم والجنين في آن واحد. وهذا الكل هو الذي ينبغي أن يستفيد آنذاك من الاحترام الملازم لنظام الكائن الحي البشري.

ما هو إذاً حال الجنين المخصّب خارج الجسم الحي؟ بشكل فظيع، إن ذلك النظام المنحدر من التقنية لايستطيع في المطلق البقاء طويلاً في معايير الكائن الحي كما عرّفناه. والجنين المتروك لنفسه لايستطيع البقاء طويلاً في غياب شروط الحفظ الخاصة، أو في غياب إعادة زرعه في الرحم. من المستحيل بالنسبة إليه الاستمرار خارج التوازن الديناميكي الحراري. وهو الجنين المستقل، مكرّس للعودة إلى التوازن، أي إلى الموت. وفرصته الوحيدة في البقاء هي في لقاء رحم مستعد لاستقباله، وإلا فإنه محكوم عليه بموت سريع ومؤكد.

يبدو إذاً أن الجنين المجمّد بعيد جداً عن تمكنه من اكتساب وضع الكائن الحي. أين تقع إذاً الثغرة التي تفصله عن نظيره؟ إن خط الفصل الطبيعي يقع في الانفصال عن الرحم الأمومي، الذي يعتمد عليه الجنين اعتماداً كلياً. وعلى العكس من أجنة الأسماك التي تستطيع الحياة في الوسط الخارجي، فإن أجنة الثدييات تعتمد اعتماداً كلياً على الطرق التناسلية الأمومية. وبالعودة إلى المقارنة التي تطرقنا إليها سابقاً، فإن الجنين البشري خارج الرحم هو في الوضع نفسه لفيريون دون خلية ـ مضيفة (إضافة إلى ذلك، فإن الطفل يقارن غالباً بـ «الطفيلي»، وبالنسبة إليه فإن النظام المناعي للأم ينبغي حتى أن يكوّن وسائل ملائمة لتعديل المناعة، وإلا فإن الطفل سيرفض مثل زرع مبتذل). إن الأجنة المخصَّبة في المختبر غير المزروعة مجدداً هي نتاج تقنية طبية باهظة. ترى هل يجب اعتبارها كائنات بشرية حية؟ إن الرد بالإيجاب قد يكون مخادعاً. فالأمر يتعلق بكائن «ميت بشكل طبيعي»، حفظته اليد البشرية بشكل اصطناعي ومؤجّل. قد يكون من المنطقي ألا يحتفظ بتلك الأجنة إلى الأبد مؤجّلة في تلك «الشروط اللاإنسانية» من التجمد. هل ذلك الكائن على الرغم من

ذلك موضع تجربة؟ إن إرادة العمل في جنين بشري خارج الرحم، تعني إعطاءه شروطاً اصطناعية في البقاء وفي النمو. إنه الاحتفاظ على قيد الحياة. . .، مامن سبب إذاً يحول دون اعتباره عنصراً من إنسانيتنا.

وفي هذه الحال فإن التجريب مرفوض. إما أن الجنين مجمّد، وهو كائن ميت مؤجّل، أو أن الجنين قد وضع في الشروط اللازمة لنموه وهو حي مع كل التورطات الأخلاقية الناتجة عن ذلك. في الحالة الثانية، يصبح إذاً التجريب مرفوضاً. لكن ألم يعد هنالك مشروع أبوي بالنسبة إلى مضغة أجنة بشرية مجمّدة؟ هنالك فعلاً مشكلة بالنسبة إلى مستقبل تلك الكائنات ذات التواجد المجمّد، في الانجراف مثل جبل جليد أطلقه طوف جليدي. هل من اللائق إنسانياً الاحتفاظ بها إلى الأبد في آزوت سائل؟ وأبعد بكثير من اختفاء المشروع الأبوي، سيجيئ الاختفاء الحسي للوالدين. يبدو بوضوح إذاً أن الاحتفاظ الحصيف المؤقت، لاينبغي تخليده إلى أن يصبح خالياً من أي معنى. وفي تلك الحالة، فإن تساؤلاً آخر سينبثق حينذاك. هل ينبغي إزالة التجمد وترك تلك الأجنة تموت أم ينبغي استخدامها قبل كل شيء كهدف بحث من أجل تطوير الأساليب العلاجية الملحَّة؟

لا يتعلق الأمر بالسماح باستحداث أجنة من أجل أهداف بحث، وإنما بإتاحة استخدام أجنة مكرّسة على أي حال لموت قريب. إن البحث في الخلايا الجذعية الجنينية يلمس مباشرة الهدف في أسطورة الخلق. كان هناك إشارة إلى الأسطورة البروميثيوسية في مقال حديث يتناول الخلايا الجذعية[39]. إن بروميثيوس الذي عاقبته

(39) N. Rosenthal, «Prometheus's Vulture and the Stem-Cell Promise,» *The New England Journal of Medicine*, vol. 282 (2003), pp. 267-274.

الآلهة لإعطائه النار للبشر، وتعليم الناس فنون الحضارة، حكم عليه بأن يلتهم كبده نسر. لكن عذاب الآلهة لم يتوقف عند موت ناعم وامتد بشكل مؤبد لأن كبد بروميثيوس كان يبزغ كل يوم. صحيح أن بزوغ الكبد يستلزم خلايا جذعية، لكن من بوسعه أن يعتقد بأن اليونانيين الذين تخيلوا تلك الأساطير كان يمكن أن يكون عندهم حدس مبهم وحسب؟ إن تلك التحريات لم تثر حتى حماسة وقوة ابتكار علماء الأحياء المتورطين في برامج البحث في الخلايا الجذعية، الذين نجحوا في إنتاج كل أنواع السلالات، وحصلوا أحياناً على نتائج مشوّقة. لقد فهم بعض علماء الأحياء أن يكمّلوا أبحاثهم ببعد أخلاقي.

وهكذا، وفي مقال حديث حاول باحثان من جامعة كولومبيا في الولايات المتحدة، تعريف مفهوم الموت بالنسبة إلى جنين[40]. وبحسب رأيهما، فإن حياة جنين في مرحلة أربع أو ثمان خلايا توافق مجمل الخلايا الحية المكوّنة لمتعضية متكاملة قادرة على استمرار تمايزها ونموها. ويحدث أن ستين بالمئة من الأجنة الناشئة عن تخصيب في المختبر ليست قابلة للحياة ولا تتيح الفرصة لأي حمل بعد إدخالها في الرحم. إن تلك الأجنة قادرة إذاً على تكوين المراحل المبكرة من نموها، لكن بعض الشذوذات الخلوية الفردية أو الأكثر شمولاً تعمل بحيث أن نموها يوقف حتماً في المراحل التالية.

نحن إذاً أمام أجنة خلاياها حية، لكن تطورها باعتباره فردي هو حتماً رجوع إلى التوازن الديناميكي الحراري. وكما بالنسبة إلى شخص في حالة سبات سريري (أو موت سريري)، فنحن أمام أجنة

(40) Donald W. Landry and Howard A. Zucker, «Embryonic Death and the Creation of Human Embryonic Sem Cells,» *Journal of Clinical Investigation*, vol. 114 (2004), pp. 1184-1186.

في حالة موت سريري. ويشير هذان الباحثان إلى أن جنيناً فقد خاصياته كمتعضية حية (تلقائياً أو خلال التلاعبات التي تجرى عليه أثناء التخصيب في المختبر) يمكن أن يعلن عن أنه ميت سريرياً، حتى لو أن بعض خلاياه بشكل فردي هي حية. إن كان يوجد طريقة لتعيين تلك الأجنة غير القابلة للحياة، فإن تلك يمكن أن تكون هدف عطاء من أجل بحث لم يعد للاعتراض الأخلاقي عليه أي معنى.

إن ذلك الشقّ بين الجنين الحي والجنين الميت من الناحية الأحيائية قد يسمح بتقديم الأجنة الميتة أحيائياً إلى البحث، على شاكلة أفراد ميتين سريرياً ويمكن أن تؤخذ أعضاؤهم للزرع ويندرجون بذلك في سلسلة حياة أكثر تعقيداً بعض الشيء. ومن المشوّق أن نشير إلى أن ذلك التصور عن الكائن الحي يقترب كثيراً من التصور الذي حاولنا على أفضل وجه الإحاطة به في هذا الكتاب. إن العلم المقابل بشكّ أخلاقي لايستطيع أن يقدم إجابة إلا مع تفكير أرحب، مستحضراً حججاً أكثر شمولية.

إن علم الأحياء موجود الآن عند تقاطع طرق. إنه ينتقل من حالة مستقرة ثابتة إلى حالة فوضوية بالمعنى الفيزيائي للكلمة. وهكذا تجد المنظومة نفسها مرغمة على تغيرات النظام فتفرض تشعبات، إن استعدنا قياس بريغوجين. لكن التشعبات ستكون صعبة التدبّر. وبعد جسّ الموضوع وسبر أغواره، ينبغي الاختيار وتحمل الاختيارات التي بعد تجريدها من صفتها التقنية، قد أصبحت اليوم أخلاقية. وبعد تطوير الأدوات، لا بد من وجود حكمة واسعة للتصميم على ألا تستخدم، وعلى ألا تنقلب تلك الأدوات ضد الإنسانية. إن الإغراء سيكون كبيراً لاسيما أن وراء تجاوز الحظر ترتسم مكاسب هائلة. لكن الاغراءات ليست تجارية وحسب. إنها يمكن أن تكون ذات طابع آخر، مثل الاغراء اللاواعي للعالم العلمي في بناء إنسانية

جعلت مثالية، يسحق قلبها تدخل يد خرقاء في عالم الحياة. صحيح أن الخطر لم يعد مرتبطاً فعلاً ببزوغ أيديولوجية شمولية، وإنما بالأحرى بالالتصاق الأعمى بفكرة ساذجة لكنها منتشرة بسهولة ومفادها أن التطور التقني يؤدي آلياً إلى تزايد رفاهية الإنسانية.

لنعقد الآمال على أن القرارات المقبلة ستكون في اتجاه تأنيس التقنية وليس في اتجاه اتخاذ الإنسان كأداة، خصوصاً في لحظات حياته التي يجد نفسه فيها طبقاً للدستور عرضة للتقويض.

خاتمة

في نهاية عناصر التفكير المتأمّل تلك، نأمل أن عرضنا سيصيب هدفه، وهو تسليط ضوء جديد على مسائل هي الأكثر قدماً، لكن النقاش لم يغلق. وإن مطمحنا ليس إنهاء التفكير المتمعّن، وإنما على العكس، نطمح إلى فتح النقاش بإعطاء مادة للتفكير، . . . وربما مادة للتفنيد (بحسب رأي كارل بوبر). إن الأمر يتعلق ببساطة بالرغبة في تنظيم المعارف بشكل متماسك من أجل إدخال عالمنا اليومي في مجموعة من المفاهيم المسوّغة والمنطقية. إن ذلك الأسلوب في رؤية الأشياء يمكن أن يبدو قد عفا عليه الزمن، في وقت تنتقل فيه المعطيات التقنية بسرعة الفوتون في شبكات إلكترونية عالمية. لكن الحالة الراهنة للعلوم تفضي إلى استبدال ضرورات التكنولوجيا بمنطق البيولوجيا. إن علم الأحياء يفترق آنذاك عن الاهتمامات الإنسانية ليقدم علماً أثيرياً وهزيلاً، ويفتقر بشكل خاص إلى المعنى نحو الإنسانية. إن إنسان مطلع القرن الواحد والعشرين يعرف أكثر من أي وقت مضى الجسيمات الدقيقة التي تكوّنه، لكن معرفته للحياة تتلاشى وسط فوضى قوانين المادة. أي معنى يمكن أن تتخذه إذاً تلك الرؤية المعاكسة للتيار: قبول إعطاء وقت للتفكير في وجه مسير التقدم الإلزامي والمسعور؟

لقد أردنا أن نحدد تعريفاً للحياة. وليس المقصود فقط الرغبة بتسكين تساؤلنا الميتافيزيقي عبر إجابة بسيطة، بل وحتى عقائدية. لا، وإنما المقصود بشكل خاص الرغبة في إدراج الكائن الحي في حقل المعرفة العلمية، خاضعاً لقوانين فيزيائية شاملة لم تعد تقتصر فقط على اللاعضوي. وأخيراً يمكن تصوّر الكائن الحي كائناً خاضعاً إلى القانون الجامد العام في تفرده الأشد إدهاشاً. منذ ظهور الخلية انطلاقاً من أنظمة شديدة البساطة، وحتى تنسُّخها وتطورها منذ أقدم عهود التاريخ، وأخيراً في عملها اليومي، كل ذلك يبدو من الممكن أن يرتبط بفهم ديناميكي حراري لتبادلات الطاقة، وسط نظام نمطي.

وآنذاك يرتبط الكائن الحي بالانسجام، وبالمنطق، وهذا ما أسميناه بالمنطق الأحيائي. وإن ذلك المنطق الأحيائي منقوش نقشاً عميقاً في لوائح قوانين فيزياء المادة. والحياة لا تستثني بالتالي أبداً «العلوم الجامدة». ولايزال فهم الحياة صعباً مع المعارف الحالية المتدرجة. لكن الحياة مع ذلك أصبحت قابلة للتنبؤ منذ ظهورها وحتى وظيفتها اليومية بفضل معرفة قوانين الديناميكية الحرارية لعدم التوازن. لكن تلك القابلية للتنبؤ ليست هي تلك القابلية للتنبؤ التقليدية للميكانيك النيوتوني، وإنما يقصد بها قابلية للتنبؤ فوضوية ينبثق منها التعقيد. وينجم عن ذلك أنه لم يعد هنالك ظاهرة واحدة للحياة لا تخضع للقوانين العامة. وفي هذا المعنى، يصبح بالإمكان التأكيد على أن الشيطان الحيوي قد استئصل نهائياً من علوم الكائن الحي.

إن سعينا لا تدفعه فقط متعة التغلب على عقبة فكرية، على منوال تلك المتعة التي تستولي على قاهري قمة الجبل. إن المقارنة لا تصح إلا من جهة أهمية الجهد اللازم من أجل بلوغ هدف معين. لأن العمل هنا يحمل هشاشة جوهرية، لعيب فطري يقاربه من سرعة الزوال. وعلى نحو حتمي، فإن أعمالاً أخرى ستتوضّع فوق بعضها وستحيل إلى العدم هذه الصفحات القليلة. وإن دورها الوحيد سوف

يقتصر آنذاك في أفضل حال على دور «الدُبال» من أجل الأجيال القادمة، من نقطة انطلاق تماسك جديد، من بذور ستنشّط خصوبة عقول أفضل تثقيفاً. لكن، وعلى منوال أسطورة «سيزيف»، يسكن في هذا العمل الصعب، لكن الضروري، الجزء الوحيد من سعادتنا. لقد حكمت الآلهة على سيزيف بأن يمضي إلى الأبد عقوبة عبثية: أن يدحرج حجراً هائلاً إلى قمة جبل، ثم يراه ينحدر إلى الأسفل كلما أوصله إلى القمة. لقد طلب منا ألبير كامو (Albert Camus) أن نتخيل سيزيف سعيداً[1]. ويمكن أن يبدو ذلك القول مفاجئاً.

كيف يمكن تخيل أن استعباد كذاك بوسعه إسعاد إنسان؟ بالتأكيد، لأن كل جهد مبذول بلا طائل، كل معاناة يتم تحملها بصمت، كل كسرة خلود مفعمة بكدحه هي بالنسبة إليه فرصة لاتخاذ كل بعد من أبعاد إمكانيته الإنسانية. إن إدراكه للمحال هو الذي سمح له بأن ينتزع جزءه الهزيل من الحرية. إن سيزيف ـ المعاقب حرر نفسه من النير الإلهي في إنجاز عقوبته. وفي هذا الحيّز الحر هدّأ كروبه وتذوق أخيراً شكلاً من أشكال السعادة. إن ظرف الإنسان المعاصر يشابه كثيراً ظرف سيزيف. إن الإنسان المتعطش إلى معرفة جوهره وأصله، قد حكم عليه منذ البداية، بأن يبتني لنفسه نماذج متماسكة إلى حد ما ليفسر الظواهر التي يلاحظها. لأجل ذلك، فإن تاريخ الإنسانية مليء بجثث نظريات شهيرة إلى حد ما، تم التخلي عنها، والتي لم يكن لها هدف أوحد سوى الرضا المؤقت لواضعيها الملزمين بتلك المهمة العديمة الجدوى والصعبة، لكنها المقدّم الوحيد لسعادة وقتية، بالنسبة إلى جميع «السيزيفيين» الضائعين الذين يسكنون الكرة الأرضية.

---

(1) Albert Camus, *Le Mythe de Sisyphe*, collection Folio. Essais; 11 ([Paris]: Gallimard, 1985).

الثبت التعريفي

استنساخ (Clonage): إنتاج متعضيات مطابقة وراثياً. اقتصر في البداية على متعضيات ذات تكاثر لاجنسي ونباتات، ووسّع مصطلح الاستنساخ مع الإقرار الحديث بتكاثر الفقاريات والثدييات عبر النقل النووي لنواة خلية جسدية إلى بويضة أنثوية غير ناضجة نزعت نواتها اصطناعياً.

ألائل (Allèles): مختلف الأشكال الممكنة لمورثة بعينها تشغل الموضع ذاته في المجين.

انتساخ (Transcription): مجمل العمليات الكيماوية الأحيائية التي تسمح بتوليفة جزيء (ARN) المضاد للاكتمال انطلاقاً من مطرس (ADN).

إنجاب طبي (PMA): إنجاب اصطناعي بالتعشير الصناعي أو بالاخصاب في بيئة مصطنعة ومن ثم نقل الجنين إلى رحم الوالدة.

أنزيم (Enzyme): بروتين يسمح بتحفيز رد فعل كيماوي حيوي.

بدائية النواة (Procaryote): متعضية خلوية بدون نواة. والمقصود هو البكتيريات، والمتعضيات وحيدة الخلايا.

بروتين (Protéine): مكوّن كبير جزيئات غالب في الخلايا

المشكّلة عبر الارتباط البِبتيدي بين الحموض الأمينية. وتعطي السلسلة الأولية للحموض الأمينية سلسلة (AND). ويخضع البروتين بعد توليفته للعديد من التعديلات مثل الانثناءات التعديلية التي تعطيه بنيته النهائية، وارتباطات الغليكوزيل والفسفتة مما يعدّل وينظّم وظائفه. وأخيراً، فإن البروتينات تتدخل في غالبية العمليات الأحيائية مثل توليفة المادة الوراثية، والتوليفات الخاصة لتلك العمليات وتوليفة كل المكوّنات الخلوية، والتحكم بالمعلومات الوراثية، والعمليات الأيضية.

بكتيريا (Bactérie): المتعضي المجهري البدائي النواة. وتعتبر البكتيريات أنها المتعضيات الأكثر بساطة والأشد تلاؤماً مع عديد من الأجواء البيئية المتنوعة.

بييضة أنثوية (Ovocyte): خلية أنثوية جنسية.

ترجمة (Traduction): مجمل العمليات الكيماوية الحيوية التي تسمح بتوليفة سلسلة متعددة الببتيد انطلاقاً من سلسلة رسل (ARN) التي تترجم معلوماتها بحسب الرمز الوراثي (كل ثلاثية من قواعد الحمض النووي تتوافق مع حمض أميني).

تعايش جوّاني (Endosymbiose): رابطة حيوية بين نوعين شريكين يستمدان منه منافع متبادلة، وفيها يعيش أحد الشريكين في داخل الاخر.

جنيس (متماثل العوامل الوراثية) (Homozygote): لدى المتعضيات الضعفانية، تمتلك الخلية أو المتعضية الأليل نفسه في الموضع ذاته.

جنين (Embryon): متعضية في طور النمو. ولدى الإنسان، يشتمل الجنين على جميع مراحل نمو اللاقِحة منذ تخصيب البويضة

وحتى مرحلة النضج التي تسمح بحياة مستقلة خارج الجسد الأمومي، أي حوالي الأسبوع الخامس والعشرين من الحمل (تصبح المضغة آنذاك جنيناً).

حقيقية النواة (Eucaryote): وهي خلية مزودة بنواة خلال الطور البيني. وللخلايا الحقيقية النواة من جهة أخرى حجيرات صغيرة غشائية داخل الخلايا متخصصة تسمى كناسِج. وتلك الخلايا قادرة على تشكيل متعضيات متعددة الخلايا متخصصة.

حمض أميني (Acide aminé): جُزيء عضوي يحوي وظيفة أمين ووظيفة حمض تحمله ذرة الكربون نفسها. إن الحموض الأمينية ترتبط فيما بينها برابط بِبْتيدي.

حمض بروتيني مورِّث (Acide Désoxyribo Nucléique) (ADN): جزيء ضخم إعلامي وظيفته الرئيسة هي حفظ وتنسّخ المعلومة الوراثية. يتكون من لفيفة حلزونية مزدوجة لسلسلتين عديدتي النوكليوتيد ضد المتوازيين. ويتكون الهيكل الخارجي للحلزون المزدوج من مجموعات ديوكسي ريبوز - فوسفات ارتبطت بروابط فوسفوديستر مؤسّسة بين كربونات 3 و5 لاثنين ديوكسي ريبوز متتاليين. وتلتوي القواعد نحو الداخل بشكل قاس عبر تدخل الروابط الهدروجينية (اثنان لإزواج أدَنين - تيمين، وثلاثة لإزواج غوانين - سيتيدين). إن تكدس القواعد عمودياً على المحور يؤدي إلى التواء الحلزون.

حمض التّبتوز النووي (Acide Ribo Nucléique) (ARN): على الصعيد الوظيفي، فإن (ARN) يشترك جوهرياً في نقل المعلومات من المورثة إلى البروتين. من المعهود تمييز (ARN) رسل (ARNm)، و(ARN) لنقل (ARNt)، و(ARN) الريبوسومي (ARNr) ومنذ وقت

قريب صغار (ARN) المتداخلات (ARNsi). وعلى الصعيد البنيوي، فإن (ARN) هي في الغالب خطية، لكن يكثر وجود بنى ثانوية ذات أنماط لفائفية مرتبطة بإزواج مضاد للمتوازي ضرورية غالباً لوظيفة (ARN).

خلية (Cellule): الوحدة البنيوية والوظيفية للكائنات الحية.

ديناميكا الحرارية (Thermodynamique): فرع من الفيزياء هدفه دراسة الظواهر التي تتدخل فيها التبادلات الحرارية.

عصارة خلوية (Cytoplasme): والمقصود هو مجمل المقوّمات الخلوية الغامرة للكناسج والتي يحدها الغشاء البلازمي.

علم تحسين النسل (Eugénisme) أو **(Eugenique)**: كان في القرن العشرين ميدان علم يهدف إلى دراسة وتطبيق طرق تحسين النوع الإنساني عبر إجراءات يقصد منها تشجيع ظهور بعض الصفات (تحسين النسل الإيجابي) أو استبعاد الأمراض الوراثية (تحسين النسل السلبي). إن علم تحسين النسل الذي أسسه فرانسيس غالتون، ابن عم تشارلز داروين في عام 1883، استخدمته عدة دول في القرن العشرين، ولاسيما النظام النازي ببرودة منهجية.

فيروس (Virus): متعضي مجهري معد طفيلي صرف على الخلايا الحية، يمتلك نموذجاً واحداً من الحمض النووي كداعم لمعلوماته الوراثية. وتلك المتعضيات غير قادرة على التنسخ والنشاط الأيضي خارج الخلايا ـ المضيفة التي تصيبها.

كيسة الأريمية (Blastocyste): مرحلة مبكرة من نمو جنين الثدييات التي تعقب التويتة التي جوّفت ثغرة حصرتها الأرومة الغاذية الخارجية والكتلة الخلوية الداخلية (أو الحبة الجنينية) مخصّصة لإعطاء الجنين.

المتعضية المعدَّلة وراثياً (Organisme génétiquement modifié) (OGM): كل متعضية حية بكتيريا أو حقيقية النواة وحيدة الخلية، نبات، حيوان تمتلك في مجينها بسبب تدخل بشري مصطنع، سلسلة وراثية بمنشأ خارجي النمو وظيفي أو غير وظيفي.

متغاير الاقتران (Hétérozygote): لدى المتعضيات الضعفانيّة، تمتلك الخلية أو المتعضية أليلَيْن مختلفين في الموضع نفسه.

المطابِق (Clone): في الأصل، مجمل المتعضيات المتطابقة وراثياً التي أنتجها التكاثر اللاجنسي. وبالتوسع، هو المتعضية المطابقة للآخر وراثياً.

مورثة (Gène): مجموعة سلاسل الحموض النووية (AND) أو (ARN) لدى الفيروسات الحاوية على كل المعلومات الضرورية للإنتاج المنظّم لـ (ARN) (استنساخ (ARNr) و(ARNt)) أو لسلسلة متعددة البِبتيد أو بروتينية (استنساخ وترجمة البروتينات).

مورثة منقولة (Transgène): سلسلة (ADN) (أو جزء مورثي) خارجية النمو، تدخل في عضوية مستقبلة، وتدرج عبر إعادة الالتحام الوراثي في داخل المجين وقابلة للانتقال إلى الذرية.

نواة خلوية (Noyau cellulaire): عنصر الخلية الحقيقية النواة ذات الطور البيني، يحدّها غشاء مزدوج، والتي تتحكم المسامّ في تبادلاتها مع السيتوبلاسما. وتحوي النواة مجمل المادة المجينية الخلوية. إنها مقرّ عمليات انتساخ وتنسّخ المجين.

هنيّة الجِبلة (Mitochondrie): كِنسج داخل السيتوبلازما، وهو موضع الانتاج الطاقيّ الخلوي عبر الفسفتة المؤكسدة وإنتاج جزيئات 3 فسفات الأدينوزين. وتمتلك هنية الجبلة مجيناً خاصاً خارجي النواة.

يحلول (Lysosome): لدى الخلايا حقيقية النواة، تحوي حويصلة سيتوبلازمية العديد من الأنزيمات المتخصصة في انحلال نتاج البلعمة.

ثبت المصطلحات

Clonage reproductif	استنساخ مولِّد
Transcription	انتساخ
Spéciation	انتواع
Métabolisme	أيض
Protéome	بروتيوم
Archéabactérie	بكتيريا قديمة
Séquençage	تحديد تسلسل الجينات
Transformisme	تحولية
Transgénèse	تحويل جيني
Biotechnologie	تقنية أحيائية
Différenciation	تمايز
Réplication	تنسُّخ
Ontogénèse	تنشُّؤ الفرد

Porteuse	حاضنة
Primate	حيوانات رئيسة
Ex vivo	خارج الجسم الحي
Cellules souches	خلايا جذعية
Fibroblaste	خلايا ليفية
Pluri-cellularité	خلوية تعددية
Proto-cellule	خلية بدئية
Cellule-oeuf	خلية بيضة
Séquence	سلسلة
Thermostatique	علم التوازن الحراري
Membrane plasmique	غشاء بلاسمي
Enveloppe nucléaire	غلاف نووي
Décodage	فك الرواميز
VIH	فيروس نقص المناعة البشرية
In utero	في الرحم
In vitro	في المختبر
Néguentropie	قصور حراري سلبي
Macromoléculaire	كبير الجزيئة
Pré-biotique	ماقبل الحيوي
Organisme	متعضية

Réplicase	متنسّخة
Population	مجموعة حيوية
Population sexuée	مجموعة حيوية شِقّية
Population asexuée	مجموعة حيوية عديمة الجنس
Génome	مَجين
Transgénique	محوّل المورثات
Clone	مُطابِق
Préclone	مُطابِق قبلي
Matrice	مَطْرس
Polimère	مكثّف
Apoptose	موت الخلية المُبَرمَج
Xénogènes	مورثات أجنبية
Proto-gènes	مورثات أولية
Antigène	مولّد المضاد
Système dissipatif	نظام تبديدي
Régime turbulent	نظام تدوُّمي
Transfert nucléaire	نقل نووي
Phénotype	نمط ظاهري وراثي

المراجع

Books

Amzallag, Gérard Nissim. *La Raison malmenée: De L'origine des idées recues en biologie moderne*. Préface d'André Pichot. Paris: CNRS éditions, 2002.

Arber, Werner [et al.]. *L'Homme devant l'incertain*. Sous La Dir. de Ilya Prigogine. Paris: O. Jacob, 2001.

Atlan, Henri. *La Fin du tout génétique?: Vers De Nouveaux paradigmes en biologie: une conférence-débat*. Organisée par le groupe sciences en questions, Paris, INRA, 28 mai 1998. Paris: Institut national de la recherche agronomique, 1999. (Sciences en questions, ISSN 1269-8490)

Bergson, Henri. *Creative Evolution*. Authorized Translation by Arthur Mitchell. Mineola, N.Y.: Dover, 1998.

——. *L'Evolution créative*. Paris: Presses universitaires de france, 1996.

Bernard, Claude. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris: J. Vrin, 1966. (Bibliothèque de textes scientifiques)

Camus, Albert. *Le Mythe de Sisyphe*. [Paris]: Gallimard, 1985. (Collection Folio. Essais; 11)

Carrel, Alexis. *L'Homme, cet inconnu*. Préf. du Prof. Robert Soupault. [Paris]: Plon, 1997.

Crick, F. *Une Vie à découvrir. De La Double hélice à la mémoire*. Paris: Odile Jacob, 1989.

Darwin, Charles. *L'Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour*

la vie. Texte établi par Daniel Becquemont; à partir de la trad. de l'anglais d'Edmond Barbier; introd., chronologie, bibliogr. par Jean-Marc Drouin. Paris: Flammarion, 1992.
Dawkins, Richard. *Le Fleuve de la vie: Qu'est-ce que l'évolution?*. [Paris]: Hachette littératures, 1997. (Sciences)
———. *Le Gène égoïste*. Trad. de l'anglais par Laura Ovion. Paris: O. Jacob, 1996.
———. *L'Horloger aveugle*. Trad. de l'anglais par Bernard Sigaud. Paris: R. Laffont, 1989.
Debru, Claude. *Le Possible et les biotechnologies: Essai de philosophie dans les sciences*. Avec la collaboration de Pascal Nouvel. Paris: Presses Universitaires de France, 2003.
Denton, Michael. *L'Evolution a-t-elle un sens?*. Trad. de l'anglais (nouvelle-zélande) par Daniel Perroux. Paris: Fayard, 1997.
Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution. Publié sous la direction de Patrick Tort. Paris: Presses universitaires de France, 1996.
Dobzhansky, Theodosius Grigorievich. *Genetics and the Origin of Species*. With an Introduction by Stephen Jay Gould. New York: Columbia University Press, 1982.
Ferry, Luc. *L'Homme-dieu ou le sens de la vie*. Paris: B. Grasset, 1996.
Fukuyama, Francis. *Our Posthuman Future: Consequences of the Biotechnology Revolution*. London: Profile Books, 2002.
La Génétique, science humaine. Sous la dir. de Muriel Fabre-Magnan et Philippe Moullier. Paris: Belin, 2004. (Débats, ISSN 1270-0320)
Gould, Jay. *La Mal-mesure de l'homme: L'Intelligence sous la toise des savants*. Traduit de l'américain par Jacques Chabert. Paris: Ramsay, 1983.
———. *Aux Racines du temps*. Paris: Grasset, 1990.
———. *La Vie est belle*. Paris: Seuil, 1991.
Guillebaud, Jean-Claude. *Le Principe d'humanité*. Paris: Ed. du Seuil, 2001.
Habermas, Jürgen. *L'Avenir de la nature humaine: Vers un Eugénisme libéral?*. Trad. de l'allemand par Christian Bouchindhomme. Paris: Gallimard, 2002.
Huxley, Aldous. *Le Meilleur des mondes*. Paris: Pocket, 2002.
Huxley, Julian. *Evolution: The Modern Synthesis*. London: Macmillian Publishing, 1975.
Jacob, François. *Le Jeu des possibles: Essai sur la diversité du vivant*. Paris: Fayard, 1981. (Le Temps des sciences, ISSN 0293-7379)

———. *La Logique du vivant*. Paris: Gallimard, 1970.

Janicaud, Dominique. *L'Homme va-t-il dépasser l'humain*?. Paris: Bayard, 2002. (Le Temps d'une question)

Johnson, Phillip E. *Le Darwinisme en question: Science ou métaphysique?*. [Paris: Pierre d'Angle, 1996].

Kahane, Ernest. *La Vie n'existe pas*. Paris: Editions rationalistes, 1962.

Kahn, Axel. *Et L'Homme dans tout ça?*. Paris: NIL, 2000.

Kant, Emmanuel. *Fondements de la métaphysique des moeurs*. Trad., notes et postf. de Victor Delbos; préf. de Monique Castillo. Paris: Librairie générale française, 1993.

Keller, Evelyn Fox. *Le Siècle du gène*. Trad. de l'anglais par Stéphane Schmitt. [Paris]: Gallimard, 2003. (Bibliothèque des sciences humaines)

———. *The Century of the Gene*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2000.

Klee, Ernst. *La Médecine nazie et ses victimes*. Trad. de l'allemand par Olivier Mannoni. Paris: Le Grand livre du mois, 1999.

Kupiec, Jean-Jacques et Pierre Sonigo. *Ni Dieu ni gène: Pour une autre théorie de l'hérédité*. Paris: Seuil, 2000.

Locke, John. *Essai philosophique concernant l'entendement humain*. Paris: Vrin, 2000.

Lamarck, J. B. *Philosophie zoologique*. Paris: Flammarion, 1994.

Mayr, Ernst. *Histoire de la biologie: Diversité, évolution et hérédité*. Trad. de l'anglais, Etats-Unis et postf. de Marcel Blanc. [Paris]: Fayard, 1989. (Le Temps des sciences)
Vol. 1: *Des Origines à darwin*.
Vol. 2: *De Darwin à nos jours*.

———. *Systematics and the Origin of Species*. With an Introduction by Niles Eldredge. New York: Columbia University Press, 1982. (Columbia Classics in Evolution Series)

Muller-Hill, Benno. *Science nazie, science de mort: L'Extermination des juifs, des tziganes et des malades mentaux de 1933 à 1945*. Paris: Odile Jacob, 1989.

Nyiszli, Miklos. *Médecin à Auschwitz: Souvenirs d'un médecin déporté*. Paris: Julliard, 1961.

Monod, Jacques. *Le Hasard et la nécessité; essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*. Paris: Editions du Seuil, [1970].

Morange, Michel. *La Vie expliquée: 50 ans après la double hélice*. Paris: O. Jacob, 2003.

Nicolis, Grégoire et Ilya Prigogine. *A La Rencontre du complexe.* Trad. de l'anglais sous la dir. de Jacques Chanu. Paris: Presses universitaires de France, 1992. (Philosophie d'aujourd'hui, ISSN 0768-0805)

Oparin, Aleksandr Ivanovich. *The Origin of Life on the Earth.* Translated from the Russian by Ann Synge. 3d. Rev. and Enl. Ed. New York: Academic Press, 1957.

Pichot, André. *Histoire de la notion de vie.* Paris: Gallimard, 1993.

———. *La Société pure: De Darwin à Hitler.* Paris: Flammarion, 2000.

Popper, Karl. *La Quête inachevée. Autobiographie intellectuelle.* Paris: Calmann Levy/ Pocket, 1989.

Pour Darwin. Sous la direction de Patrick Tort. Paris: Presses universitaires de France, 1997.

Prigognie, Ilya. *Les Lois du chaos.* Paris: Flammarion, 1994. (Nouvelle bibliothèque scientifique)

——— and Isabelle Stengers. *La Nouvelle alliance: Métamorphose de la science.* [Paris]: Gallimard, 1979.

———. *Entre le temps et l'éternité.* [Paris]: Flammarion, 1992.

Primo, Levi. *Si C'est un homme.* Trad. de l'italien par Martine Schruoffeneger. Paris: Julliard, 1987.

Saint Augustin. *Les Confessions.* Paris: Flammarion, 1993.

Schopf, Thomas J. M. (eds.). *Models in Paleobiology.* San Francisco: Freeman, Cooper, [1972].

Schrödinger, Erwin. *Qu'est-ce que la vie*?. Paris: Seuil, 1986.

Sève, Lucien. *Pour Une Critique de la raison bioéthique.* Paris: Odile Jacob, 1994.

Simpson, George Gaylord. *Tempo and Mode in Evolution.* New York: Columbia University Press, 1984. (A Columbia Classic in Evolution)

Sloterdjik, Peter. *Règles pour le parc humain: Une Lettre en réponse à la «lettre sur l'humanisme» de Heidegger.* Trad. de l'allemand par Olivier Mannoni. Paris: Ed. Mille et une nuits, 2000.

Smith, John Maynard and Eörs Szathmàry. *The Major Ttransitions in Evolution.* Oxford: Oxford University Press, 1995.

Le Trésor: Dictionnaire des sciences. Sous La Direction de Michel Serres et Nayla Farouki. Paris: Flammarion, 1997.

Voltaire. *Candide.* Paris: Gallimard, 2000.

Watson, James D. *La Double hélice.* Paris: [n. pb.], 2003.

Wilkins, Maurice. *The Third Man of the Double Helix: The*

Autobiography of Maurice Wilkins. Oxford: Oxford University Press, 2003.

Wilmut, Ian and Keith Campbell. *Second Creation: Dolly and the Age of Biological Control*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2000.

Periodicals

Allen, Gardner R. «Teaching Sign Language to a Chimpanzee.» *Science*: vol. 165, 1969.

Alonso, Patricio Domínguez. «The Avian Nature of the Brain and Inner Ear of Archaeopteryx.» *Nature*: vol. 430, 2004.

Anomyme. «First Principles in Cloning.» *The Lancet*: vol. 347, 1999.

Atlan, H. «De La Biologie à l'éthique. 2. Le Clonage thérapeutique.» *Médecine sciences*: vol. 18, 2002.

Barton, N. H. and B. Charlesworth. «Why Sex and Recombination?.» *Science*: vol. 281, 1998.

Bénard, H. «Les Tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. Première partie: Description générale des phénomènes.» *Revue générale des sciences:* vol. 12, 1900.

———. «Les Tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. Deuxième partie: Procédés mécaniques et optiques d'examen. Lois numériques des phénomènes.» *Revue générale des sciences:* vol. 12, 1900.

Briggs, Robert and Thomas J. King. «Transplantation of Living Nuclei of Late Gastrulae into Enucleated Eggs.» *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*: vol. 38, 1952.

Brock, Dan W. «Human Cloning and our Sense of Self.» *Science*: vol. 296, 2002.

Chen, Y. [et al.]. «Embryonic Stem Cells Generated by Nuclear Transfer of Human Somatic Nuclei into Rabbit Oocytes.» *Cell Research*: vol. 13, 2003.

Chesne, Patrick. «Cloned Rabbits Produced by Nuclear Transfer from Adult Somatic Cells.» *Nature Biotechnology*: vol. 20, 2002.

Chèvre, A. M. [et al.]. «Gene flow from Transgenic Crops.» *Nature*: vol. 389, 1997.

Cibelli, J. B. [et al.]. «Somatic Cell Nuclear Transfer in Humans: Pronuclear and Early Embryonic Development.» *The Journal of Regenerative Medicine*: vol. 2, 2001.

Dean, M. [et al.]. «Genetic Restriction of HIV-1 Infection and Progression to AIDS by a Deletion Allele of the CKR5 Structural Gene. Hemophilia Growth and Development Study, Multicenter AIDS Cohort Study, Multicenter Hemophilia Cohort Study, San Francisco City Cohort, Alive Study.» *Science*: vol. 273, 1996.

Dermitzakis, E. T. [et al.]. «Evolutionary Discrimination of Mammalian Conserved Non-Genic Sequences (CNGs).» *Science*: vol. 302, 2003.

Elvin, Stephen J. «Evolutionary Genetics: Ambiguous Role of CCR5 in Y. Pestis Infection.» *Nature*: vol. 430, 2004.

Enard, Wolfgang. «Molecular Evolution of FOXP2, a Gene Involved in Speech and Language.» *Nature*: vol. 418, 2002.

Evans, M. J. and M. H. Kaufman. «Establishment in Culture of Pluripotential Cells from Mouse Embryos». *Nature*: vol. 292, 1981.

Francois, V. [et al.]. «Dorsal-Ventral Patterning of the Drosophila Embryo Depends on a Putative Negative Growth Factor Encoded by the Short Gastrulation Gene.» *Genes and Development*: vol. 8, 2002.

François, V. and E. Bier. «Xenopus Chordin and Drosophila Short Gastrulation Genes Encode Homologous Proteins Functioning in Dorsal-Ventral Axis Formation.» *Cell*: vol. 80, 1995.

Galli, C. [et al.]. «Pregnancy: A Cloned Horse Born to its Dam Twin.» *Nature*: vol. 424, 2003.

Geoffoy-Saint-Hiliaire, E. «Considérations générales sur la vertèbre.» *Mémoires du muséum national d'histoire naturelle*: vol. 9, 1994.

Gould, Stephen Jay and Niles Eldredge. «Punctuated Equilibrium Comes of Age.» *Nature*: vol. 366, 18 November 1993.

Graham, A., N. Papalopulu and R. Krumlauf. «The Murine and Drosophila Homeobox Gene Complexes have Common Features of Organization and Expression.» *Cell*: vol. 57, 1989.

Heller, Michael A. and Rebecca S. Eisenberg. «Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research.» *Science*: vol. 280, 1998.

Henri, Bénard. «Les Tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. Première partie: Description générale des phénomènes.» *Revue générale des sciences*: vol. 12, 1900.

Hochedlinger, D. [et al.]. «Monoclonal Mice Generated by Nuclear

Transfer from Mature B and T Donor Cells.» *Nature*: vol. 45, 2002.
Holley, Scott A. [et al.]. «A Conserved System for Dorsal-Ventral Patterning in Insects and Vertebrates Involving Sog and Chordin.» *Nature*: vol. 376, 1995.
Hübner, Karin [et al.]. «Derivation of Oocytes from Mouse Embryonic Stem Cells.» *Science*: vol. 300, 2003.
Humpherys, D. «Epigenetic Instability in ES Cells and Cloned Mice.» *Science*: vol. 415, 2001.
Hwang, Woo Suk [et al.]. «Evidence of a Pluripotent Human Embryonic Stem Cell Line Derived from a Cloned Blastocyst.» *Science*: vol. 303, 12 Feb. 2004.
Illmensee, Karl and Peter C. Hoppe. «Nuclear Transplantation in Mus Mus-culus: Developmental Potential of Nuclei from Preimplantation Embryos». *Cell*: vol. 23, 1984.
Jacob, F. «Evolution and Thinkering.» *Science*: vol. 196, 1977.
Kato, Yoko [et al.]. «Eight Calves Cloned from Somatic Cells of a Single Adult.» *Science*: vol. 282, 1998.
Kempf, Herv. *Le Monde*: 17 octobre 2002.
Kimura, M. «Evolutionary Rate at the Molecular Level». *Nature*: vol. 217, 1968.
Koshland, Daniel E. «The Seven Pillars of Life.» *Sciences*: vol. 295, no. 5563, 2002.
Lai, C. S. [et al.]. «A Forkhead-Domain Gene is Mutated in a Severe Speech and Language Disorder.» *Nature*: vol. 413, 2001.
Landry, Donald W. and Howard A. Zucker. «Embryonic Death and the Creation of Human Embryonic Sem Cells.» *Journal of Clinical Investigation*: vol. 114, 2004.
Lanza, Robert P. [et al.]. «Generation of Histocompatible Tissues Using Nuclear Transplantation.» *Nature Biotechnology*: vol. 20, 2002.
Liégeois, Frédérique [et al.]. «Language FMRI Abnormalities Associated with FOXP2 Gene Mutation.» *Nature Neuroscience*: vol. 6, 12 October 2003.
Liu, Rong [et al.]. «Homozygous Defect in HIV-1 Coreceptor Accounts for Resistance of some Multiply-Exposed Individuals to HIV-1 Infection.» *Cell*: vol. 86, 1996.
Losey, John E., Linda S. Rayor and Maureen E. Carter. «Transgenic Pollen Harms monarch Larvae.» *Nature*: vol. 399, 1999.
McGrath, J. and D. Solter. «Inability of Mouse Blastomere Nuclei

Transferred to Enucleated Zygotes to Support Development in Vitro.» *Science*: vol. 226, 1984.

McKay, D. E. «What is Life-and How do we Search for it in other Worlds?» *Public Library of Sciences Biology*: vol. 2, e302, 2004.

Mikkelsen, Thomas R, Bente Andersen and Rikke Bagger Jørgensen. «The Risk of Crop Transgene Spread.» *Nature*: vol. 380, 1996.

Miller, Stanley L. «A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions.» *Science*: vol. 117, 1953.

Nobrega, M. A. [et al.]. «Megabase Deletions of Gene Deserts Result in Viable Mice.» *Nature*: vol. 431, 2004.

Ogonuki, Narumi [et al.]. «Early Death of Mice Cloned from Somatic Cells.» *Nature Genetics*: vol. 30, 2002.

Onishi, Akira [et al.]. «Pig Cloning by Microinjection of Fetal Fibroblast Nuclei.» *Science*: vol. 289, 2000.

Orgel, L. E. and F. H. C. «Selfish DNA: The Ultimate Parasite.» *Nature*: vol. 284, 1980.

Otto, Sarah P. and S. L. Nuismer. «Species Interactions and the Evolution of Sex.» *Science*: vol. 304, 2004.

Pennisi, Elizabeth. «A Genomic Battle of the Sexes.» *Science*: vol. 281, 1998.

——— and Wade Roush. «Developing a New View of Evolution.» *Nature*: vol. 277, 1997.

Peschanski, Marc. «Iconoclastes au service de la science.» *Médecine sciences*: vol. 17, no. 12, décembre 2001.

Pichot, André. *Le Monde*: 28 décembre 2002.

Polejaeva, I. A. «Cloned Pigs Produced by Nuclear Transfer from Adult Somatic Cells.» *Nature*: vol. 407, 2000.

Prusiner, S. B. «Shattuck Lecture-Neurodegenerative Diseases and Prions.» *The New England Journal of Medicine*: vol. 344, 2001.

Quiang, J. [et al.]. «Two Feathered Dinosaurs from Northeastern China.» *Nature*: vol. 393, 1998.

Renard, Jean-Paul [et al.]. «Lymphoid Hypoplasia and Somatic Cloning.» *The Lancet*: vol. 353, 1999.

Ricchetti, M., F. Tekaia and B. Dujon. «Continued Colonization of the Human Genome by Mitochondrial DNA.» *Public Library of Sciences Biology*: vol. 2, 2004.

Rideou, W. M. [et al.]. «Correction of a Genetic Defect by Nuclear Transplantation and Combined Cell and Gene Therapy.» *Cell*: vol. 109, 2002.

Rijli, F. M. [et al.]. «A Homoeotic Transformation is Generated in the Rostral Branchial Region of the Head by Disruption of Hoxa-2, Which Acts as a Selector Gene.» *Cell*: vol. 75, 1989.

Rosenthal, N. « Prometheus's Vulture and the Stem-Cell Promise.» *The New England Journal of Medicine*: vol. 282, 2003.

Salzberg, Steven L. [et al.]. «Microbial Genes in the Human Genome: Lateral Transfer or Gene Loss?» *Science*: vol. 292, 2001.

Sasai, Y. [et al.]. «Xenopus Chordin: A Novel Dorsalizing Factor Activated by Organizer-Specific Homeobox Genes.» *Cell:* vol. 79, 1994.

Schatten, Gerald P., R. Prather and I. Wilmut. «Cloning Claim is Science Fiction, Not Science Science.» *Science*: vol. 299, 2003.

Schnieke, Angelika E. [et al.]. «Human Factor IX Transgenic Sheep Produced by Transfer of Nuclei from Transfected Fetal Fibroblasts.» *Science*: vol. 278, 1997.

Shin, T. «Cell Biology: A Cat Cloned by Nuclear Transplantation.» *Nature*: vol. 415, 2002.

Stephens, J. Claiborne. «Dating the Origin of the CCR5-Delta32 AIDS-Resistance Allele by the Coalescence of Haplotys.» *American Journal of Human Genetic*: vol. 52, 1998.

Szathmry, Eörs and John Maynard Smith. «The Major Evolutionary Transitions.» *Nature*: vol. 374, 1995.

Szostak, Jack W., David P. Bartel and P. Luigi Luisi. «Synthesizing Life.» *Nature*: vol. 409, 2001.

Thomson, J. A. [et al.]. «Isolation of a Primate Embryonic Stem Cell Line.» *Proceedings of the National Academy of the United States of America*: vol. 92, 1995.

——. «Embryonic Stem Cell Lines Derived from Human Blastocysts.» *Science*: vol. 282, 1998.

Timmons, A. M. [et al.]. «Risks from Transgenic Crops.» *Nature*: vol. 380, 1996.

Unrau, P. J. «RNA-Catalysed Nucleotide Synthesis.» *Nature*: vol. 409, 2001.

Valen, Leigh Van. «A New Evolutionary Law.» *Evolutionary Theory*: vol. 1, 1973.

Wakayama, T. «Full-Term Development of Mice from Enucleated Oocytes Injected with Cumulus Cell Nuclei.» *Science*: vol. 278, 1997.

———. [et al.]. «Differentiation of Embryonic Stem Cell Lines

Generated from Adult Somatic Cells by Nuclear Transfer.» *Science*: vol. 292, 2001.
Watson, J. D. and F. H. C. Cric. «Molecular Structure of Nucleic Acids. A Structure for Desoxyribose Nucleic Acid.» *Nature*: vol. 171, 1953.
Wildman, Derek E. [et al.]. «Implications of Natural Selection in Shaping 99.4% Nonsynonymous DNA Identity between Humans and Chimpanzees: Enlarging Genus Homo.» *Proceedings of the National Academy of the United States of America*: vol. 100, 23 May 2003.
Wilmut, I. «Human Cells Cloned Embryos in Research and Therapy.» *British Medical Journal*: vol. 328, 2004.
———. «Viable Offspring Derived from Fetal and Adult Mammalian Cells.» *Nature*: vol. 385, 1997.
Zhou, Q. [et al.]. «Generation of Fertile Cloned Rats by Regulating Oocyte Activation.» *Nature*: vol. 302, 25 Sep. 2003.

الفهرس

ـ أ ـ

الأبوبتوز: 307
أتلان، هنري: 26، 260، 298
الاختزالية: 27
الاستنساخ: 18، 20، 29، 54، 258 ـ 263، 265 ـ 266، 268 ـ 281، 285، 289 ـ 297، 299، 301 ـ 302
الاستنساخ البشري: 18، 259، 269، 271 ـ 272، 276، 292 ـ 293، 296 ـ 297
الاستنساخ العلاجي: 260، 296، 301 ـ 302
الاستنساخ المولّد: 258، 260 ـ 262، 266، 269، 273، 275 ـ 276، 279 ـ 281، 291، 293 ـ 297، 299
إسنبرغ، ريبيكا: 242
الأسيل: 140
الافتسال: 258
أفلاطون: 19
الألائل: 138 ـ 140، 145
إلدردج، نيلز: 145 ـ 149
أمزالاغ، جيرار: 27
انبثاق الكائن الحي: 173 ـ 174، 176 ـ 180، 182، 184 ـ 186، 189 ـ 190، 195، 198، 217
الانتواع: 121، 142 ـ 144، 146، 149
أنتينوري، سيفيرينو: 271 ـ 272، 279، 299
الانجاب الطبي: 280، 301
الأنزيم: 39، 44، 46، 85، 146، 182، 191 ـ 194، 286
الأنظمة التبديدية للطاقة: 31، 72
الأنظمة العيانية: 61
الانفجار الإشعاعي الكمبري: 147
الانفجار الكمبري: 152
أوبارين، ألكسندر: 182 ـ 183
أورجيل، ليسلي: 156
أوغسطين (القديس): 105

أونساجر، لارس: 62
إيروسترات: 277

ـ ب ـ

باستور، لوي: 77، 181، 240
باشلار، غاستون: 43
بالي، وليام: 134، 176
بانفيتز: 227 ـ 228
برغسون، هنري: 114
برنارد، كلود: 25، 37، 84، 180
برنزيب، غافريلو: 110، 112
البروتيوم: 89
بروزينر، ستانلي: 55
بريغز، روبرت: 264
بريغوجين، إيليا: 31، 62 ـ 63، 71 ـ 72، 75، 77، 80 ـ 81، 83 ـ 84، 108، 110، 184 ـ 185، 305، 318
البريون: 55
البكتيريا: 14، 39، 48 ـ 50، 54، 84، 86، 89 ـ 91، 96 ـ 97، 175، 198، 204، 215، 217، 240، 290، 292
البلاسميد: 91
البلمرة: 227
بواسولتيه، بريجيت: 273
بوانكاريه، هنري: 70، 72
بوبر، كارل: 117، 150، 158، 321
بوش، جورج و.: 313
بوشيه، فيليكس أرشيميد: 181
بولتزمان، لودفيغ: 62، 69 ـ 71، 107 ـ 108
بيروتز، ماكس: 42
بيشو، أندريه: 25، 273
بيكاسو، بابلو: 20
بينار، هنري: 72
البيولوجيا البدئية: 192 ـ 193، 321

ـ ت ـ

التحويل الجيني: 16
تسلسل الجينات: 14 ـ 15، 51، 223، 241، 245 ـ 247
التطورية: 121، 123، 126، 132، 134، 143، 148 ـ 149، 212
التقدم: 12 ـ 15، 19، 27، 86 ـ 87، 103، 135، 147، 204، 220، 234، 241، 250، 258، 271، 293، 321
التكنولوجيا الأحيائية: 11 ـ 12
التلاعبات الوراثية: 13
التوازن الحراري: 62 ـ 63، 65، 67، 69، 108
التوالد الشقّي: 18، 266
توم، رينيه: 19

ـ ث ـ

الثورة الفرنسية: 124

- ج -

جاكوب، فرانسوا: 12، 21، 30، 37، 48، 90، 92، 114 ـ 115، 119، 137، 167، 198، 237

جانيش، رودولف: 285

جانيكو، دومينيك: 236، 277

جوردان: 13

جول، بريسكوت: 62

جوهانسن، فيلهلم: 136

جينر، إدوارد: 209

- ح -

الحرب العالمية الأولى: 111

الحرب العالمية الثانية: 112

- خ -

الخلايا الجذعية: 24، 29، 258، 261، 274، 286، 297 ـ 298، 301 ـ 304، 311، 313، 316 ـ 317

- د -

داروين، تشارلز: 48، 63، 119، 123 ـ 124، 126 ـ 135، 137، 141 ـ 142، 144، 146 ـ 147، 152 ـ 154، 157، 160، 164، 167، 173 ـ 174، 177، 184، 188، 195، 198، 225 ـ 226

داوكينز، ريتشارد: 53 ـ 54، 145، 153 ـ 154، 178، 188 ـ 189

دنتون، ميخائيل: 118

الدهر الثاني: 117، 147، 149

دوبرو، كلود: 150

دوبزانسكي، تيودوسيوس: 106، 141 ـ 143

دونان، هنري: 113

الديناميكا الحرارية: 61 ـ 63، 65 ـ 68، 70 ـ 72، 83، 180، 182

الديناميكا الحرارية الخطية: 62 ـ 63

الديناميكا الحرارية اللاخطية: 62 ـ 63، 67، 71 ـ 72

الديناميكا الحيوية: 31، 36، 178

- ر -

الرأسمالية: 25

رايت، سيوال: 138

الرائيليون: 272 ـ 273

روسو، جان جاك: 124

رينار، جان بول: 267 ـ 268

- ز -

زاتماري، أورس: 186، 189 ـ 190، 192، 195

زافوس، بانيوتوس: 271، 274 ـ 275

الزمن الأحيائي: 116

الزمن الفيزيائي: 114، 116

- س -

سانت إيلير، إتيان جوفروا: 125، 164 ـ 167

ستالين، جوزيف: 25

ستينجرز، إيزابيل: 62، 71، 75، 184

سقوط حائط برلين: 235

سلوتردجيك، بيتر: 234 ـ 235

سميث، جون ماينار: 186، 189 ـ 190، 195، 199

سونيغو، بيار: 57

سير، ميشال: 35

سيزنغ، إيريك تشرماك فون: 136

سيف، لوسيان: 237، 280

سيمبسون، جورج غايلور: 141 ـ 142

- ش -

شارل العاشر (الملك الفرنسي): 165

شاكراباري، أناندا: 240

شانون، كلود إلوود: 178

شركة إنتاج البذور (الولايات المتحدة الأمريكية): 248 ـ 250، 255

شركة التكنولوجيا الأحيائية: 270

شركة كلونيد: 270

شرودينجر، إيروين: 5، 23، 68 ـ 69، 180

شمايزر، بيرسي: 248 ـ 249

- ط -

طومسون، جيمس: 303

طومسون، وليام (لورد كيلفن): 62

- ع -

علاقة التبادل: 62

علم الاجتماع: 83

علم الأجنة الجزيئي: 136، 161

علم الإحصاء: 140، 142

علم الأحياء: 11 ـ 14، 16، 18 ـ 19، 21 ـ 22، 24 ـ 31، 34 ـ 35، 53 ـ 54، 72، 83، 92، 100، 103، 105 ـ 107، 114، 116، 119، 122 ـ 123، 125، 127، 130، 135، 139، 142، 180، 184، 192، 198، 222 ـ 224، 234، 237، 240، 242، 260، 287، 292، 303، 318، 321

علم أحياء التطور: 164

علم الأحياء الجزيئي: 53، 240

علم الأحياء الحديث: 11، 19، 83، 103، 122، 125

علم الأحياء الخلوي: 13، 303

علم أحياء النمو: 164، 166 ـ 168

علم الأخلاق: 12، 221

علم تحسين النسل: 224 ـ 225

علم التشريح: 13، 165

علم التشريح المقارن: 165
علم تطور السلالات: 117، 121
علم التوازن الحراري: 62 ـ 63، 67، 69
علم حيوان اللافقاريات: 125
علم الظواهر الجوية: 83
علم الفيزياء التقليدي: 27
علم المتحجرات: 142، 148
علم الميكانيك الكمي: 24
علم النسالة: 24، 155، 161، 164، 167
علم الوراثة البورجوازي: 26
علم الوراثة الحديث: 13، 135
العلوم التكنو ـ الحيوية: 22

ـ غ ـ

غاسر، فرانسوا: 163
غودمان، نلسون: 150
غوغان، بول: 173
غولد، ستيفن ج.: 117، 120، 145، 151
غيّيوبو، جان كلود: 235

ـ ف ـ

فارموس، هارولد: 313
فاروقي، نائلة: 35
فان فالين، لاي: 212 ـ 213
فرانكلين، روزاليند: 42
فرديناند، فرانسوا (أرشيدوق النمسا): 110 ـ 112
فريز، هوغو دو: 135 ـ 136
فنتر، كريج: 241، 245
فوريلهون، كلود: 270
فورييه، جوزيف: 62
فوكوياما، فرانسيس: 235
فيبس، جيمس: 210
فيتزروا، روبرت: 127 ـ 128
الفيروس: 88، 91 ـ 97، 195، 202، 207 ـ 212، 304
فيري، لوك: 234
الفيزياء الكيميائية: 83
فيشر، رونالد إيلمر: 140 ـ 141
فينبرغ، فيلهلم: 138 ـ 139

ـ ق ـ

قرار أزيلومار (1975): 292
قرار دياموند (1980): 240
القصور الحراري: 63 ـ 64، 66 ـ 71، 75، 84، 100 ـ 101، 107، 180

ـ ك ـ

كارنو، نيكولا ليونار سادي: 62 ـ 63
كاريل، ألكسي: 19
كاريم، موريس: 173
كامبل، كيث: 261، 269، 296
كامو، ألبير: 323
كاهان، إرنست: 25
كاهن، أكسل: 226

الكبسيد: 95
كريك، فرانسيس: 39، 41 ـ 42، 155 ـ 156
كلاوزيوس، رودولف: 62، 64 ـ 65
كلي، إرنست: 231
كلينتون، بيل: 292، 313
كَنْت، إيمانويل: 220، 241
كوبيه، جان جاك: 57
كورانس، كارل: 136
كوفييه، جورج: 125، 165 ـ 166
كيلر، إيفلين فوكس: 57
كيمورا، موتو: 145
كينغ، توماس: 264

ـ ل ـ

لامارك، شوفالييه دو: 21، 119، 123 ـ 126، 134
لايل، تشارلز: 129
اللجنة القومية للأخلاق (فرنسا): 265، 292، 301، 309، 311
اللمفاويات: 285
لوشميدت، جوزيف: 70
لوك، جون: 11
لويس، إدوارد: 168
ليسنكو، تروفيم: 24 ـ 25
ليفي، بريمو: 227
لينيه: 134

ـ م ـ

الماركسية: 25 ـ 26
مالتوس، توماس روبرت: 129، 131
ماير، إرنست: 26، 130 ـ 131، 141 ـ 144
مبدأ عدم اليقين: 64
مبدأ نرنست: 62
المجتمع الرأسمالي: 26
المجين: 14 ـ 16، 49 ـ 51، 53، 58 ـ 59، 86 ـ 87، 89، 94 ـ 98، 115، 136، 155 ـ 156، 178، 192 ـ 195، 201 ـ 202، 215 ـ 216، 241 ـ 242، 245 ـ 247، 263 ـ 265، 279، 282، 286، 290، 308، 314
مذهب الحيوية: 83
مذهب المركزية البشرية: 192
معركة سولفيرينو (1859): 113
مفهوم الانتقاء الطبيعي: 88، 130 ـ 134، 137 ـ 138، 140 ـ 141، 145 ـ 147، 153 ـ 155، 157، 160، 203، 208، 225، 237
مفهوم الإنسانية: 104، 235
مفهوم التنوع الأحيائي: 206، 249، 254
مفهوم الحرارة التجريبية: 65
مفهوم الحياة: 12، 25 ـ 26، 31، 33، 35، 99، 103، 105، 236
مفهوم السرعة: 33 ـ 35
مفهوم سهم الزمن: 107، 119
مفهوم الطفرة: 133، 137، 142،

145 ـ 146، 169 ـ 170، 178، 204 ـ 205، 207
مفهوم العرق البشري: 231
مفهوم الفردية: 61
مفهوم المطابقة المورثية: 279
مفهوم الموت: 317
مفهوم المورثة: 57 ـ 58
مفهوم الوالدية: 282
مفهوم الوالدين البيولوجيَين: 282
منجل، أوبرسترمفهرر: 228
مندل، غريغور: 135
منظمة الأمم المتحدة (ONU): 271، 295
مؤتمر المواطنين في باريس (حزيران/ يونيو 1998): 253
مورانج، ميشال: 29 ـ 30، 57
مورغان، توماس هانت: 136 ـ 137، 141 ـ 142
موللر، هرمان جوزيف: 137
موللر- هيل، بينو: 231
مونو، جاك: 40، 45، 176 ـ 177، 185، 189
مونيه، جان باتيست دو: 123
الميتافيزيقا الكَنْتية: 221
الميكانيكا الحرارية: 64، 67
ميللر، ستانلي: 183

ـ ن ـ

نابليون الثالث (الإمبراطور الفرنسي): 113
نرنست، والتر: 62، 67
نسلين فولهارد، كريستيان: 167
النظام البيئي: 132، 206، 250، 252 ـ 255
النظام التبديدي: 74 ـ 75
النظام الخلوي: 31، 33 ـ 37، 39، 85، 93، 154، 177، 195
النظام النازي: 228
نظرية الاحتمالات: 178، 180، 198
النظرية التركيبية للتطور: 123، 134 ـ 135، 142، 145 ـ 146
نظرية التطور: 88، 117، 119، 121، 130 ـ 132، 134 ـ 135، 137 ـ 138، 141 ـ 143، 151، 158، 160، 164، 183
نظرية التقمص: 154
النظرية الحيادية للتطور: 145 ـ 146
نظرية الشواش: 108 ـ 109، 179
نظرية المعلومات: 178
نلمز، ساره: 210
نيزلي، ميكلوس: 228
نيكوليس: 80
نيوتن، إسحق: 107

ـ هـ ـ

هابرمس، يورغن: 226
هاردن، غاريت: 242 ـ 243
هاردي، غودفري هارولد: 138 ـ 139
هايزنبرغ، فيرنر: 64

هكسلي، ألدوس: 291
هكسلي، توماس: 135، 141
هكسلي، جوليان: 141 ـ 142
هلدان، جون بوردون ساندرسون: 141، 182 ـ 183
هنسلو، جون ستيفنز: 127
هُنيّة الجبلة: 48، 50، 52، 74، 85
هيكيل، إرنست: 167
هيللر، ميخائيل: 242

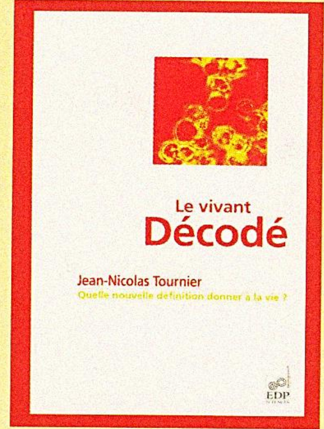
ـ و ـ

واطسون، جيمس: 40 ـ 43، 226
والاس، وليام: 29، 94، 266، 282
والكوت جونيور، تشارلز دوليتل: 152
وايزمان، أوغست: 135
وايشوس، إيريك: 167
ويتنغتون، هاري: 152
ويلبرفورس (الأسقف): 135
ويلكنز، موريس: 41 ـ 42
ويلموت، إيان: 263، 265 ـ 266، 269، 286، 296

ـ ي ـ

يوراي، هارولد كلايتون: 183

الكائن الحي
مفكَّكاً ترميزه



- أصول المعرفة العلمية
- ثقافة علمية معاصرة
- فلسفة
- علوم إنسانية واجتماعية
- تقنيات وعلوم تطبيقية
- آداب وفنون
- لسانيات ومعاجم

أيّ معنى يُعطى لكلمة الحياة؟ هل الجنين حيٌّ منذ الحمّل به؟ وهل يمكن للذات الأخرى أن تُشَيَّأ من أجل تلبية حاجة شخصٍ ما إلى خلايا جذعيّة لأنّ حياته معرّضة للخطر؟

هذه الأسئلة الجديدة ما هي إلا صياغة عصرية لأسئلة دائمة. وهي تسمح بإدراك أنّ علم الأحياء ليس بوسعه الانفصال عن التفكير الأخلاقي.

يقدّم هذا الكتاب تعريفاً جديداً للحياة، بسيطاً وفاعلاً، ويتيح مراجعة بعض ألغاز علم الأحياء المعاصر مثل أصول الحياة وتطورها، والاستفهام عن المسائل الأخلاقية لهذا العلم: مُضْغَةِ الكائن الحي المعدَّل وراثياً، والاستنساخ المولِّد والعلاجي، والخلايا الجذعيّة بالنسبة إلى الحياة.

- **جان ـ نيكولا تورنييه**: دكتور في الطب والعلوم، وباحث في «مركز أبحاث قسم صحة الجيش» في مدينة غرونوبل (فرنسا).

- **هالة صلاح الدين لولو**: مترجمة من سوريا، حائزة على دبلوم في الترجمة من جامعة ليون (فرنسا).

علي مولا



المنظمة العربية للترجمة

ISBN 978-9953-0-1433-3



الثمن: 12 دولاراً
أو ما يعادلها